



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

TFG. Nº: **770G02A76 – VOLUMEN I**

TÍTULO: **DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

TUTOR: **ANTONIO COUCE CASANOVA**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2016**

Fdo.: EL AUTOR

Fdo.: EL TUTOR



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

TFG. Nº: **770G02A76 – VOLUMEN II**

TÍTULO: **DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

TUTOR: **ANTONIO COUCE CASANOVA**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2016**

Fdo.: EL AUTOR

Fdo.: EL TUTOR



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

TFG. Nº: **770G02A76 – VOLUMEN III**

TÍTULO: **DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

AUTOR: **CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

TUTOR: **ANTONIO COUCE CASANOVA**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2016**

Fdo.: EL AUTOR

Fdo.: EL TUTOR

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **INDICE GENERAL**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero



## 2. MEMORIA.

### 2.1 OBJETO.

### 2.2. ALCANCE

### 2.3. ANTECEDENTES.

#### 2.3.1 Instalación de calefacción.

#### 2.3.2. Instalación de refrigeración.

#### 2.3.3. Instalación de ACS.

### 2.4. NORMAS Y REFERENCIAS.

#### 2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

#### 2.4.2. Bibliografía.

#### 2.4.3. Programas de cálculo.

#### 2.4.4. Otras referencias.

### 2.5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

### 2.6. REQUISITOS DE DISEÑO.

#### 2.6.1. Condiciones climatológicas.

#### 2.6.2. Condiciones interiores de diseño.

#### 2.6.3. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

#### 2.6.4. Instalación de Energía Solar Térmica.

#### 2.6.5. Instalación de calefacción.

#### 2.6.6. Instalación de refrigeración.

### 2.7. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES.

### 2.8. RESULTADOS FINALES.

### 2.9. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.

## 3. ANEXOS.

### 3.0. ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

#### 3.1. ANEXO ILUMINACIÓN.

##### 3.1.1. Objeto del anexo.

##### 3.1.2. Memoria del alumbrado.

##### 3.1.3. Descripción de las luminarias utilizadas.

##### 3.1.4. Ejemplo de cálculo de la iluminación de una habitación.

##### 3.1.5. Cálculos luminotécnicos ejemplo de cálculo manual.

#### 3.2. ANEXO DE ACS.

##### 3.2.1. Objeto del anexo.

3.2.2. Fundamentos para trabajos de energía solar térmica.

3.2.4. Partes de un captador y tipos.

3.2.5. Principios de funcionamiento.

3.2.6. Valores característicos de los captadores.

3.2.7. Conexión de captadores.

3.2.8. Criterios de selección.

3.2.9. Sistemas de acumulación.

3.2.10. Subsistema de termo transferencia.

3.2.11. Subsistema de regulación y control.

3.2.12. Subsistema de energía auxiliar.

3.2.13. Otros elementos.

3.2.14. Sistemas auxiliares para ACS.

3.2.15. Procedimiento de validación del trabajo.

3.2.16. Cálculo de la instalación.

3.2.17. Instalación objeto de trabajo.

### 3.3. ANEXO CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.

3.3.1. Datos climáticos.

3.3.3. Cálculo cargas térmicas

3.3.4. Instalación de refrigeración.

3.3.5. Conclusiones finales.

### 3.4 VENTILACION Y EVACUACION DE GASES.

3.4.1. Objetivo.

3.4.2. Normativa aplicable.

3.4.3. Procedimiento del cálculo de ventilación y evacuación.

3.4.4. Resultados de los cálculos obtenidos.

## 4. PLANOS.

01. SITUACIÓN.

02. SITUACIÓN ZONA URBANA.

03. SITUACIÓN PARCELA.

04. DISTRIBUCIÓN PLANTA GENERAL.

05. HABITACIONES TIPO.

06. HABITACIONES GARAJES.

07. HABITACIONES PLANTA BAJA.

08. HABITACIONES PRIMERA PLANTA.

- 09. HABITACIONES SEGUNDA PLANTA.
- 10. HABITACIONES TERCERA PLANTA.
- 11. HABITACIONES CUARTA PLANTA.
- 12. HABITACIONES CUBIERTA.
- 13. ILUMINADO GARAJES.
- 14. ILUMINACIÓN PLANTA BAJA.
- 15. ILUMINACIÓN PRIMERA PLANTA.
- 16. ILUMINACIÓN SEGUNDA PLANTA.
- 17. ILUMINACIÓN TERCERA PLANTA.
- 18. ILUMINACIÓN CUARTA PLANTA.
- 19. COLOCACIÓN PANELES CUBIERTA.
- 20. MONTAJE EN CUBIERTA COLECTORES ACS.
- 21. ESQUEMA CONEXIÓN COLECTORES ACS.
- 22. ESQUEMA HIDRÁULICO ACS.
- 23. ESQUEMA UNIFILAR CLIMATIZACION CUBIERTA
- 24. VENTILACIÓN GARAJE.
- 25. CLIMATIZACIÓN GARAJE.
- 26. CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA.
- 27. CLIMATIZACIÓN PRIMERA PLANTA.
- 28. CLIMATIZACIÓN SEGUNDA PLANTA.
- 29. CLIMATIZACIÓN TERCERA PLANTA.
- 30. CLIMATIZACIÓN CUARTA PLANTA.
- 31. CLIMATIZACIÓN CUBIERTA.
- 32. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO TUBERIAS FANCOILS.
- 33. ESQUEMA VERTICAL AIRE PRIMARIO.
- 34. ESQUEMA CIRCUITO AGUA FANCOILS Y CLIMATIZADORES
- 35. ESQUEMA ELECTRICO 1
- 36. ESQUEMA ELECTRICO 2
- 5. PLIEGO.
  - 5.1. DISPOSICIONES GENERALES.
    - 5.1.1 Naturaleza y objeto del pliego general.
    - 5.1.2. Documentación del contrato de obra.
  - 5.2. CONDICIONES FACULTATIVAS.
    - 5.2.1 Delimitación general de funciones técnico.

5.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.

5.2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares.

5.2.4. De las recepciones de edificios y obras anejas.

5.3. CONDICIONES ECONÓMICAS.

5.3.1. Principio general.

5.3.2. Fianzas y garantías.

5.3.3. De los precios, composición de los precios unitarios.

5.3.4. Obras por administración.

5.3.5. De la valoración y abono de los trabajos.

5.3.6. De las indemnizaciones mutuas.

5.3.7. Varios.

5.4. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

5.4.1 Condiciones generales.

5.4.2. Condiciones que han de cumplir los materiales. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra.

5.4.3. Control de la obra.

5.5. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE.

6. ESTADO DE MEDICIONES

6.1. partida iluminación

6.2. SALA DE MÁQUINAS DE CUBIERTA

6.3. SALA DE CALDERAS

6.4. CLIMATIZADORES Y FAN COILS

6.5. CONDUCTOS Y DIFUSIÓN

6.6. TUBERÍAS, VALVULERÍA Y AISLAMIENTO

6.7. SISTEMA COLECTORES SOLARES

6.8. PARTIDA SEGURIDAD Y SALUD

7. PRESUPUESTO

7.1. partida iluminación

7.2. SALA DE MÁQUINAS DE CUBIERTA

7.3. SALA DE CALDERAS

7.4. CLIMATIZADORES Y FAN COILS

7.5. CONDUCTOS Y DIFUSIÓN

7.6. TUBERÍAS, VALVULERÍA Y AISLAMIENTO

7.7. SISTEMA COLECTORES SOLARES

7.8. PARTIDA SEGURIDAD Y SALUD

8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.1. MEMORIA.

8.1.1. Antecedentes y objeto del estudio de seguridad y salud.

8.1.2. Datos generales del trabajo y del estudio de seguridad y salud.

8.1.3. Objetivos del estudio de seguridad y salud.

8.1.4. Condiciones del lugar en que se va a construir y datos de interés para la prevención de los riesgos laborales durante la realización de la obra.

8.1.5. Unidad es de obra que interesan a la prevención de riesgos laborales.

8.1.6. Identificación, análisis y evaluación inicial de riesgos.

8.1.7. Análisis y evaluación inicial de los riesgos de incendios de la obra.

8.2. PLANOS.

8.2.1. Evaluación de emergencia al hospital más cercano.

8.3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.

8.3.1. Definición y alcance del pliego de condiciones.

8.3.2. Normas y condiciones técnicas a cumplir por todos los medios de protección colectiva.

8.3.3. Condiciones a cumplir por los equipos de protección individual.

8.3.4. Señalización de la obra.

8.3.5. Detención de riesgos higiénicos y mediciones de seguridad de los riesgos higiénicos.

8.3.6. Sistema aplicado para la evolución y decisión sobre las alternativas propuestas por el plan de seguridad y salud.

8.3.7. Legislación aplicable a la obra.

8.3.8. Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos.

8.3.9. Condiciones técnicas de las instalaciones provisionales para los trabajadores y áreas auxiliares de empresa.

8.3.10. Condiciones técnicas de la prevención de incendios en la obra.

8.3.11. Formación e información a los trabajadores.

8.3.12. Mantenimiento, cambios de posición, reparación y sustitución de la protección colectiva y de los equipos de protección individual.

8.3.13. Acciones a seguir en caso de accidente laboral.

8.3.14. Control de entrega de los equipos de protección individual.

8.3.15. Perfiles humanos del personal de prevención.

8.3.16. Normas de aceptación de responsabilidades del personal de prevención

8.3.17. Normas de autorización del uso de maquinaria y de las máquinas herramienta.

8.3.18. Obligaciones legales del contratista y subcontratista, contenida en el artículo 11 del RD.

8.3.19. Normas de medición, valoración y certificación de las partidas presupuestarias de seguridad y salud.

8.3.20. Normas y condiciones técnicas para el tratamiento de residuos

8.3.21. Normas y condiciones técnicas para el tratamiento de materiales y sustancias peligrosas.

8.3.22. El plan de seguridad y salud.

8.3.23. Libro de incidencias.

8.3.24. Libro de registro de prevención y coordinación.

8.3.25. Clausulas penalizadoras.

8.3.26. Cláusulas contractuales aplicables a empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

8.3.27. Facultades de los técnicos facultativos.

8.3.28. Aviso previo.

8.3.29. Previsión de presencias del coordinador en materia de seguridad en el trabajo aprobado.

#### 8.4 ANEXO

8.4.1. Cables fijadores para cinturones de seguridad.

8.4.2. Anclajes especiales para amarre de cinturones de seguridad.

8.4.3. Botas de pvc , impermeables.

8.4.4. Botas de seguridad en loneta reforzada y serraje con suela de goma o pvc.

8.4.5. Cascos auxiliares protectores auditivos.

8.4.6. Casco de seguridad contra golpes en la cabeza.

8.4.7. Obligación de su utilización.

8.4.8. Cinturón de seguridad de sujeción.

8.4.9. Cinturón portaherramientas.

8.4.10. Faja de protección contra sobreesfuerzos.

8.4.11. Filtro para radiaciones de arco voltaico, pantallas de soldador.

8.4.12. Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo.

8.4.13. Gafas de seguridad contra el polvo y los impactos.

8.4.14. Guantes de cuero flor y loneta.

8.4.15. Guantes de goma o pvc.

8.4.16. Trajes de trabajo (monos o buzos de algodón).

8.5      PRESUPUESTO.

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **MEMORIA**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero



---

2 MEMORIA .....	3
2.1 OBJETO .....	3
2.2 ALCANCE.....	4
2.3 ANTECEDENTES .....	5
2.3.1. Instalación de calefacción. ....	6
2.3.2. Instalación de refrigeración. ....	7
2.3.3. Instalación de ACS.....	7
2.4. Normas y referencias.....	7
2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	7
2.4.2. Bibliografía .....	9
2.4.2.1. Libros:.....	9
2.4.2.2. Páginas web:.....	10
2.4.3. Programas de cálculo .....	10
2.4.4. Otras referencias.....	10
2.5. Definiciones y abreviaturas.....	10
2.6. Requisitos de diseño .....	13
2.6.1. Condiciones climatológicas. ....	14
2.6.2. Condiciones interiores de diseño .....	15
2.6.3. Demanda energética de calefacción y refrigeración. ....	15
2.6.3.1. Asilamiento. ....	15
2.6.3.2. Ventanas. ....	15
2.6.3.3 Fachada.....	16
2.6.4. Instalación de Energía Solar Térmica .....	17
2.6.4.1. Introducción. ....	17
2.6.4.2. Estudio de la demanda de energía solar térmica.....	18
2.6.4.3. Método de dimensionamiento.....	18
2.6.4.4. Descripción de la instalación. ....	20

2.6.4.5. Captadores solares.....	20
2.6.4.6. Depósito acumulador.....	20
2.6.5. Instalación de calefacción.....	21
2.6.5.1. Descripción de la instalación. ....	21
2.6.6. Instalación de refrigeración. ....	21
2.7. Análisis de las soluciones.....	22
2.8 Resultados finales .....	22
2.9. Orden de prioridad entre los documentos básicos .....	23

## 2 MEMORIA

### TITULO DEL TRABAJO

Diseño y cálculo de las instalaciones de climatización, ventilación y acs de un hotel vacacional de 345 habitaciones.

#### 2.1 OBJETO

El objeto del Trabajo es obtener del competente Organismo de la Administración, la certificación de puesta en marcha, previa tramitación, inspección y demás requisitos contenidos tanto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, así como en sus Instrucciones Técnicas.

Tanto para la redacción del Trabajo como para la ejecución material, pruebas y tramitación de la obra, regirán los siguientes Reglamentos y Normas:

- Código técnico de la edificación (CTE) 2006 así como las posteriores modificaciones.

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) 2007 y posteriores modificaciones.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002 y posteriores modificaciones

También serán de obligado cumplimiento: toda la normativa de obligado cumplimiento a la que hacen referencia los reglamentos mencionados antes.

El trabajo está formado por la *memoria descriptiva* en la que justificamos las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos y pliego de condiciones, describe de forma unívoca el objeto del trabajo.

Se ha tenido como referente el cumplimiento de todos los trámites legales a que están sujetos este tipo de instalaciones con objeto de obtener los oportunos permisos y licencias ante los Organismos correspondientes.

## **2.2 ALCANCE**

El trabajo está basado en realizar el cálculo de las instalaciones de climatización, ventilación y acs de un hotel vacacional, El hotel tendrá todas las comodidades necesarias para la relajación y el descanso de los clientes. Este hotel se compone de 345 habitaciones situadas en 5 plantas, además de una piscina, un garaje, cada habitación dispone de un baño propio.

Abarca:

- Distribución en planta de las maquinas necesarias con suficiente margen de maniobrabilidad.
- Estudio de la instalación de ACS.
- Cálculo de cargas térmicas del edificio.
- Dimensionamiento de los equipos de tratamiento de aire.
- Dimensionamiento del sistema de captación.
- Dimensionamiento de la bomba de calor
- Estudio de la instalación de climatización.
- Estudio de la instalación de iluminación.
- Estudio de la instalación de ventilación.
- Realización del pliego de condiciones que recoge la normativa a aplicar para la consecución de los alcances anteriores.
- Presupuesto de los materiales y montaje de las instalaciones.
- Realización de los planos necesarios.
- Realización de un estudio de seguridad y salud.

Se redacta este trabajo asignado por la Escuela Universitaria politécnica de Ferrol (EUP), con el Título " Diseño y cálculo de las instalaciones de climatización, ventilación y acs de un hotel vacacional de 345 habitaciones " para su presentación como trabajo fin de grado en la citada Escuela Universitaria.

## **2.3 ANTECEDENTES**

### **DESCRIPCION DEL EDIFICIO**

El edificio destinado a Hotel, se encuentra ubicado en una única parcela.

Este edificio se resuelve en un volumen principal donde se integran todas las dependencias y espacios.

En la zona de esparcimiento de la urbanización se ubica otro edificio destinado al servicio propio de tal urbanización y en particular al de instalación anexa a las piscinas. Estas instalaciones constan básicamente de cafetería, restaurante, y sala de instalaciones de depuración de piscinas.

El edificio principal es de construcción exenta sin medianerías. El edificio, que consta de cinco alturas sobre rasante, además de un sótano dedicado mayoritariamente a garaje e instalaciones, se ordena longitudinal y transversalmente según módulos de estructura, solución que permite una distribución flexible de las zonas interiores.

El tratamiento de huecos y fachadas se resuelve igualmente con sencillez, estando alineadas las ventanas. En los muros laterales se continúan las ventanas y terrazas para evitar el carácter de medianería en fachadas laterales.

La cubierta se resuelve a base de una terraza general con suaves pendientes a dos aguas.

La estructura de funcionamiento del edificio consta de cinco zonas diferenciadas por su propio funcionamiento y por su nivel de ocupación además de por su orientación geográfica. Cada una de estas zonas puede actuar con horarios en principio independientes.

Una primera zona corresponde a la fachada norte de las plantas cuarta a primera.

Una segunda zona corresponde a la fachada sur de las plantas cuarta a primera.

Una tercera zona corresponde a la fachada este de las plantas cuarta a baja.

Una cuarta zona corresponde a la fachada oeste de las plantas cuarta a baja.

La quinta zona corresponde a la planta baja en la zona donde se encuentran ubicados todos los servicios generales del edificio (recepción, salones, cafetería, comedores, restaurante, cocina, oficinas, etc.), además de la zona de planta sótano que corresponde a las instalaciones deportivas y a los servicios de mantenimiento.

El hotel de estudio tiene unas necesidades de suministro de energía para la climatización adecuada del edificio para ser un edificio residencial de alta gama.

El hotel diseñado es un edificio de nueva construcción, por lo que deberá cumplir el Código Técnico de Edificación (CTE), con sus correspondientes Documentos Básicos (DB), al igual que el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) y sus correspondientes Instrucciones Técnicas (IT).

### **2.3.1. Instalación de calefacción.**

El hotel tiene unas necesidades básicas para una correcta climatización durante los meses invernales y una refrigeración del edificio durante los meses necesarios.

La instalación de calefacción es capaz de suministrar una potencia de 2748 Kw.

Esta carga térmica es la carga necesaria que se debe aportar al hotel de estudio para una correcta climatización de las zonas de residencia.

El diseño de la instalación de calefacción se ha realizado de acuerdo a lo establecido en el CTE y concretamente en el DB: Ahorro de energía.

El cálculo de las cargas térmicas ha sido realizado de acuerdo a lo establecido en el CTE-DB-HE 1: Limitación de la demanda energética.

### **2.3.2. Instalación de refrigeración.**

La instalación de refrigeración se ha calculado para obtener unos valores mínimos de confort durante los meses de altas temperaturas.

Estos valores de confort se establecen en el RITE, al igual que para la instalación de climatización. El diseño de la instalación se ha basado en el CTE-DB-HE, de acuerdo a lo establecido para el cálculo de las cargas térmicas.

La instalación de refrigeración es capaz de disipar una carga térmica de 2220 Kw, suficiente para obtener las temperaturas de confort especificadas en el RITE.

### **2.3.3. Instalación de ACS.**

La instalación de agua será capaz de suministrar tanto agua caliente a todos los locales del hotel con unas condiciones mínimas de presión y caudal establecidas en el RITE.

El diseño de la instalación ha sido realizado de acuerdo al CTE y especialmente al DB- HS: Documento de Salubridad.

La red de tuberías para la instalación de ACS se ha diseñado de acuerdo a lo establecido en el CTE-DB-HS 4: Suministro de aguas.

La instalación de captadores solares y su correspondiente diseño se ha basado en lo dispuesto en el CTE-DB-HE: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

La instalación de ACS es capaz de suministrar un caudal de 65.505 litros/ día, siendo este caudal el necesario para suministrar a todo el hotel.

## **2.4. Normas y referencias**

### **2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas**

La reglamentación a tener en cuenta en la ejecución de esta instalación es la siguiente:

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). (BOE 28/02/2008).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Decreto 842/2002. BOE 224 de 18.9.02
- Documento Básico (HE) Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Documento Básico (SI) Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Documento Básico (HR) Protección Frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 1731/2007, de 19 de octubre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Norma UNE-100.289:2005. Climatización: Sala de máquinas.
- Reglamento de Aparatos a Presión.

También se han considerado algunas recomendaciones de las Normas UNE, que afectan a este tipo de instalaciones.

- Ley 38/1.972 de 22 de Diciembre sobre protección del ambiente Atmosférico y decreto 833/1.975 (B.O.E. 22/4/75).
- Norma UNE-123.001:2.005 Chimeneas. Cálculo y diseño.



- Ley 38/1.972 de 22 de Diciembre sobre protección del ambiente Atmosférico y decreto 833/1.975 (B.O.E. 22/4/75).
- Real Decreto 1630/1992 por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE.
- Real Decreto 275/1995 de 24 de Febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 94/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva del Consejo 93/68/CEE.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).
- Todas las Normas UNE y de la CEE a las que se hace referencia en las RITE.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Todas las normas UNE a las que se hace referencia en el CTE.

En este apartado se contemplará el conjunto de disposiciones legales (leyes, reglamentos, ordenanzas, etc.) y las normas de obligado cumplimiento que se han tenido en cuenta para la realización del TFG.

## **2.4.2. Bibliografía**

### **2.4.2.1. Libros:**

- "Manual de Climatización".

Enrique Torrella Alcaraz. Joaquín Navarro Esbrí. Ramón Cabello López.

Francisco Gómez Marqués

- "Eficiencia energética en las instalaciones de climatización en los edificios".

Antonio Jesús Mendoza Ramírez

-“Documentos técnicos de instalaciones en la edificación DTIE”.

Pedro G. Vicente Quiles

-“Proyecto y cálculo de instalaciones solares térmicas”.

Pilar Pereda Suquet

#### **2.4.2.2. Páginas web:**

<http://cte-web.iccl.es>

<http://ingemecanica.com>

<http://www.idae.es>

<https://www.boe.es>

<http://bibliotecaeup.cdf.udc.es>

<http://www.codigotecnico.org>

<http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/7189>

<http://www.aenor.es>

<http://www.aemet.es>

<http://www.carrier.es>

<http://www.sedical.com>

#### **2.4.3. Programas de cálculo**

Excel 2013

Dialux 4.12

#### **2.4.4. Otras referencias**

Los organismos implicados para la aprobación del presente proyecto serán la Consellería de Industria y el Ayuntamiento de Huelva.

### **2.5. Definiciones y abreviaturas**

RITE: Reglamento de instalaciones térmicas en edificios.

ACS: Agua caliente sanitaria.

AFS: Agua fría sanitaria.

CTE: Código técnico de la edificación.

CDO: Centro de deporte y ocio.

UTA: Unidad de tratamiento de aire

SGTC: Sistema de gestión técnica centralizada

LAT: Latitud (°)

LONG: Longitud (°)

a.s.n.m. (m): Altura sobre el nivel del mar (m)

TS (99,6%): temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 99,6%.

TS (99%): temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 99%.

TSMIN: temperatura seca (°C) mínima registrada en la localidad.

OMDC: oscilación media diaria (°C) (máxima-mínima diaria) de los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil del 99%.

HUMcoin: Humedad relativa media coincidente (%) (se da a la vez que se tiene el nivel percentil del 99% en temperatura seca).

Datos referidos a refrigeración:

TS (0,4%): temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 0,4%.

THC (0,4%): temperatura húmeda coincidente (°C) en el mismo instante que se tiene una temperatura seca con el nivel percentil del 0,4%.

TS (1%): temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 1%.

THC (1%): temperatura húmeda coincidente (°C) en el mismo instante que se tiene una temperatura seca con el nivel percentil del 1%.

TS (2%): temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 2%.

THC (2%): temperatura húmeda coincidente (°C) en el mismo instante que se tiene una temperatura seca con el nivel percentil del 2%.

OMDR: oscilación media diaria (°C) (máxima-mínima diaria) de los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil del 1%.

TSMAX: temperatura seca (°C) máxima registrada en la localidad.

TH (0,4%): temperatura húmeda (°C) de la localidad con un percentil del 0,4%.

TSC (0,4%): temperatura seca coincidente (°C) cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 0,4%.

TH (1%): temperatura húmeda (°C) de la localidad con percentil del 1%.

TSC (1%): temperatura seca coincidente (°C) cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 1%.

TH (2%): temperatura húmeda (°C) de la localidad con un percentil del 2%.

TSC (2%): temperatura seca coincidente (°C) cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 2%.

OMA: oscilación media anual de temperatura seca (°C). Se define como la diferencia de la temperatura seca con un nivel percentil del 0,4% respecto a la temperatura seca con un 99,6%, es decir:

$$\text{OMA} = \text{TSC (0,4\%)} - \text{TS (99,6\%)}$$

Para extrapolar las condiciones de diseño en función de la hora solar y del mes considerado es de aplicación la norma UNE 100014-1984.

TA: temperatura seca media mensual (°C).

TASOL: temperatura seca media mensual durante las horas de sol (°C).

TTERR: temperatura media mensual del terreno (°C) a una profundidad de 20 cm. (Se podría establecer una correlación con la anterior, o viceversa; ver anexo 1).

RADH: radiación media diaria sobre superficie horizontal en forma mensual (kWh/m<sup>2</sup>).

GD15/15: grados día de calefacción con base 15/15 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 15°C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores negativos (se expresa finalmente en número absoluto dicho valor).

GD20/20C: grados día de calefacción con base 20/20 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 20°C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores negativos (se expresa finalmente en número absoluto dicho valor).

GD20/20R: grados día de refrigeración con base 20/20 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 20°C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores positivos. Para estimar la temperatura del agua de red para las diferentes capitales de provincia utilizar la norma UNE 94002-2005.

## **2.6. Requisitos de diseño**

El presente TFG tiene por objeto el cálculo de las instalaciones de climatización, ventilación y ACS de un hotel vacacional de 345 habitaciones, 32400 m<sup>2</sup> construidos. Se realizan los cálculos de cargas térmicas, conductos de impulsión y retorno de aire acondicionado y ventilación, dimensionamiento de planta térmica (frío, calor y energía solar), equipos de bombeo, redes de tuberías, cuadros eléctricos de control y fuerza de la instalación.

## 2.6.1. Condiciones climatológicas.

### Guía técnica

Condiciones climáticas exteriores de proyecto

Provincia	Estación	Indicativo
Huelva	Huelva (Ronda Este)	4642E

#### UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD

#### Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
19	37°16'48"	06°54'35"W	69.314	14.481	7.638	

#### CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS <sub>99,6</sub> (°C)	TS <sub>99</sub> (°C)	OM DC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-3,2	2,2	3,6	13,8	87,1	34,2

#### CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS <sub>0,4</sub> (°C)	THC <sub>0,4</sub> (°C)	TS <sub>1</sub> (°C)	THC <sub>1</sub> (°C)	TS <sub>2</sub> (°C)	THC <sub>2</sub> (°C)	OMDR (°C)
43,8	36,4	23,7	34,4	23,0	32,6	22,3	16,9

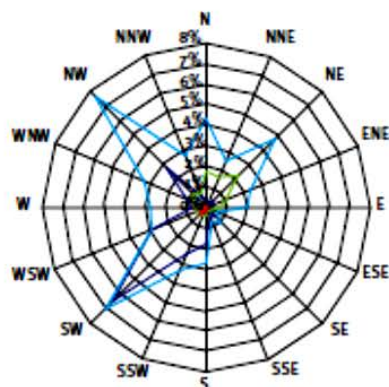
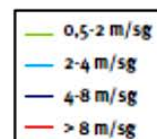
#### CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH <sub>0,4</sub> (°C)	TSC <sub>0,4</sub> (°C)	TH <sub>1</sub> (°C)	TSC <sub>1</sub> (°C)	TH <sub>2</sub> (°C)	TSC <sub>2</sub> (°C)
24,2	24,2	23,4	23,4	22,6	22,6

#### VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD <sub>15</sub> (°C)	GD <sub>20</sub>	GDR <sub>20</sub>	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	10,5	12,9	126	248	0		
Febrero	11,9	14,2	89	193	1		
Marzo	14,4	16,4	55	153	6		
Abril	16,0	18,0	32	114	12		
Mayo	19,4	21,5	11	61	46		
Junio	23,6	25,7	0	13	103		
Julio	25,5	27,7	0	5	135		
Agosto	25,4	27,4	0	4	130		
Septiembre	22,8	25,0	0	14	74		
Octubre	19,3	21,4	6	47	28		
Noviembre	14,3	16,7	48	133	3		
Diciembre	11,6	13,8	89	197	0		

Rosa de los vientos: velocidad media 3,09 m/s

Valores normales. Periodo 1971-2000. Huelva. Ronda Este  
Rosa de los vientos. Anual

Calmas: 14%

Fig. 2.6.1. Datos climáticos Huelva

### 2.6.2. Condiciones interiores de diseño

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) según se indica en el RITE.

Se estimarán las condiciones interiores de diseño que se indican en el RITE en la IT 1.1 Exigencia de Bienestar e Higiene.

Estación	Temperatura operativa	Humedad relativa
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

*Tabla 2.6.2.: Condiciones interiores de diseño.*

### 2.6.3. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

#### 2.6.3.1. Asilamiento.

La necesidad de aislar térmicamente un edificio está justificada por cuatro razones fundamentales:

- a) Economizar energía, al reducir las pérdidas térmicas por las paredes.
- b) Mejorar el confort térmico, al reducir la diferencia de temperatura de las superficies interiores de las paredes y ambiente interior.
- c) Suprimir los fenómenos de condensación y con ello evitar humedades en los cerramientos.
- d) Mejorar el entorno medioambiental, al reducir la emisión de contaminantes asociada a la generación de energía.

#### 2.6.3.2. Ventanas.

Las ventanas de la vivienda objeto de este proyecto son de aluminio con cristal de

doble aislamiento.

Las diferentes puertas correderas de la casa son con cristal de doble aislamiento. El cristal simple tiene un aislamiento termo acústico bajo, con el doble cristal se logra un alto aislamiento, mejorando el confort del ambiente. La unidad consta de dos cristales separados a lo largo de su perímetro por un espaciador, creando una cámara con propiedades aislantes térmicas y acústicas. El perfil espaciador contiene un desecante para evitar la condensación de la humedad del aire dentro de la cámara. El sellador en el perímetro evita el ingreso de la misma a la cámara.

La cámara del doble cristal aísla el ambiente interior de los cambios de temperatura del ambiente exterior. El cristal en contacto con el ambiente interior tiene una temperatura similar a la de este..

#### **2.6.3.3 Fachada.**

Para el aislamiento de la fachada se ha elegido polietileno expandido, por sus grandes características.

Las características principales del polietileno expandido son las siguientes:

##### **a) Aislamiento acústico:**

Este producto tiene excelente comportamiento acústico. Gracias a su estructura consigue conciliar masa volúmica y absorción acústica, siendo indispensables en soluciones de aislamiento y corrección acústica.

##### **b) Aislamiento térmico:**

El polietileno expandido tiene muy buenas características aislantes térmicas.

##### **c) Resistencia al agua:**

El polietileno expandido tiene capilaridad nula. No es hidrófila, es decir, el agua no es atraída hacia el interior de la masa del producto.



d) Protege el ambiente:

Estos productos son fabricados de acuerdo con todos los cuidados de conservación del medioambiente, no resultando sustancias agresivas ni contaminantes.

Para el hotel objeto de este estudio, se utilizan paneles de polietileno expandido. Es el aislamiento ideal para que una vivienda ofrezca un rendimiento acorde con su vida útil y la elevada inversión que representa. Protege tanto la economía del usuario como al medioambiente.

#### **2.6.3.3. Ventilación primaria.**

En el CTE DB HS5 se indica que para edificios con menos de siete plantas se considera suficiente la ventilación primaria. En el hotel objeto de estudio se tendrá en cuenta no solo la ventilación primaria, ya que es un edificio de siete plantas por lo tanto también se calculara el sistema de ventilación forzada.

Se utiliza como sistema de ventilación primaria una bajante con el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación

Las tuberías elegidas para la instalación de ventilación primaria son *Tubos superflexibles de aluminio Escoflex*

#### **2.6.4. Instalación de Energía Solar Térmica**

##### **2.6.4.1. Introducción.**

El aumento de la demanda de energía en las viviendas obliga a una constante búsqueda de nuevos recursos energéticos que puedan satisfacer esta demanda. Existen muchas alternativas energéticas pero las más empleadas todavía continúan siendo los combustibles fósiles, como el petróleo y sus derivados (gasolina, gasóleo, queroseno, etc.), el gas natural y el carbón.

El CTE limita dicha demanda, y obliga a las nuevas construcciones a aportar un

mínimo de energía solar térmica para el calentamiento de agua caliente sanitaria (ACS) y climatización de piscinas cubiertas, con la finalidad de reducir el impacto ambiental que provocan los combustibles fósiles.

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor.

De forma esquemática la instalación consta de un sistema de captación, encargado de recibir los rayos solares absorbiendo así, la energía en forma de calor; un circuito primario, encargado de transportar el calor; y un circuito secundario, donde se almacena y se distribuye el calor.

En el edificio de estudio se ha aprovechado este calor para producir ACS

#### **2.6.4.2. Estudio de la demanda de energía solar térmica.**

El primer paso para dimensionar el sistema de energía solar térmica es conocer las necesidades energéticas de ACS y climatización en el hotel. Después se tiene que analizar la radiación solar disponible en Huelva y aplicar los rendimientos correspondientes.

Para determinar la demanda energética de ACS se han basado los cálculos en *CTE-DB- HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*.

En función del consumo de ACS del hotel de estudio se obtiene el porcentaje mínimo aportación de energía por captación solar, para la producción de ACS.

Para realizar los cálculos se ha utilizado el *Documento Técnico de la Instalación en la Edificación (DTIE): Sistema de captación solar*.

#### **2.6.4.3. Método de dimensionamiento.**

De entre los diversos métodos de cálculo existentes, se ha elegido uno que procede de entidades de reconocida solvencia y está suficientemente avalado por la experiencia práctica.

En el edificio de estudio se ha elegido el método de cálculo de las curvas  $f$  (F-Chart) que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo.

Se trata de un proceso de cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones, sin embargo, no ha de aplicarse para estimaciones de tipo semanal o diario.

Para desarrollarlo se han utilizado datos mensuales medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento, en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos.

La secuencia que se ha seguido en el cálculo es la siguiente:

1. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de A.C.S.
2. Cálculo del parámetro  $D_1$ .
3. Cálculo del parámetro  $D_2$ .
4. Determinación de la ecuación  $f$ .
5. Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación.
6. Cálculo de las pérdidas por radiación solar por sombras.
7. Valoración de la cobertura solar mensual.
8. Valoración de la cobertura solar anual y formación de tablas.

#### **2.6.4.4. Descripción de la instalación.**

Esta instalación de energía solar térmica de baja temperatura está constituida por un total de 320 captadores solares de  $2,14 \text{ m}^2$  de superficie útil cada uno, disponiendo de una superficie útil total de  $684,8 \text{ m}^2$ . Los captadores se sitúan en el tejado del hotel, teniendo estos una orientación al sur y una inclinación de  $35^\circ$ .

Por los captadores circula un fluido especial para transmisión de calor de la marca Fagor especial para colectores solares. Dicho fluido circula por los conductos del circuito solar y pasa por el serpentín de interacumulador secundario donde calienta el agua que se encuentra en este, el agua una vez calentada pasa al acumulador de la caldera donde se calienta si no posee la temperatura necesaria para el suministro, desde ese punto pasa a las tuberías de distribución y de ahí a los puntos de consumo.

#### **2.6.4.5. Captadores solares.**

Los captadores se sitúan en el tejado del hotel, teniendo estos una orientación al sur y una inclinación de  $35^\circ$ .

Por el circulará el fluido de transmisión. En el anexo *Cumplimiento del CTE - DB - HE 4* se encuentran las principales características de los captadores y del fluido de transmisión.

#### **2.6.4.6. Depósito acumulador.**

Para cumplir con las necesidades mínimas de ACS exigidas por el CTE se necesitan 13 depósitos de 5000l de acumulación para alcanzar los 65000 litros necesarios al día. Se colocaran 13 depósitos acuvix 5000 inox de 5000 litros que suplementara a la capacidad para ACS de la caldera. Estos depósitos serán instalados en la sala de caleras.

## **2.6.5. Instalación de calefacción.**

### **2.6.5.1. Descripción de la instalación.**

El agua es cogida de la acometida de la red general del ayuntamiento de isla Cristina.

Esta agua se lleva hasta la sala de calderas situada en el cuarto de calderas, situado en la primera planta. En la caldera se calienta hasta alcanzar la temperatura de 60 °C. Posteriormente el agua se distribuye a la primera planta y los montantes del resto de plantas hasta llegar a los colectores de planta desde los cuales se distribuye el agua por las diferentes estancias por cada circuito. Cada colector tiene incluidas las llaves de paso en las salidas y llegadas de los tubos de polietileno, para que de esta manera se pueda cortar el flujo de agua a cualquier departamento. También contará con purgadores y Caudalímetros, además en el colector habrá un cabezal electrotérmico y una válvula motorizada para cada circuito.

Se trata de una instalación cuyos circuitos son cerrados. A cada estancia llega su propio circuito el cual, tras hacer la espiral regresa al colector correspondiente. Cada cierto tiempo la presión dentro del circuito de calefacción de cada planta puede caer un poco, debido a que pequeñas cantidades de agua pueden llegar a perderse o a evaporarse a través del trayecto, por lo que cuando sea necesario el propio usuario podrá aumentar ligeramente esta presión sin más que introducir una pequeña cantidad de agua en dicho circuito.

## **2.6.6. Instalación de refrigeración.**

La misión del sistema de refrigeración es mantener en el hotel unas condiciones de temperatura, humedad y pureza del aire, para el confort humano. Se considera como condiciones de confort, una temperatura de 24° C y una humedad relativa de 50%.

Para el desarrollo del aire acondicionado se ha empleado el RITE y las normas

UNE, que posteriormente aparecerán.

Las condiciones exteriores para el cálculo se han establecido en 34,4 °C, de acuerdo a los datos del instituto nacional de meteorología.

El sistema elegido para la refrigeración es un sistema Fan-Coil.

El Fan-Coil es un sistema de acondicionamiento y climatización de tipo mixto; resulta ventajoso en edificios donde es preciso economizar el máximo de espacio.

El Fan- Coil consta de:

- Unidad Evaporadora, con Central Térmica : donde se calienta o enfría el agua; por lo general se sitúa en la cubierta del edificio. El agua enfriada o calentada corre por las tuberías hasta las unidades individuales.
- Unidades Individuales denominadas Fan Coil : situadas en cada ambiente a acondicionar, a los cuales llega el agua. Allí el aire es tratado e impulsado con un ventilador al local a través de un filtro. De este modo, cuando el aire se enfría es enviado al ambiente transmitiendo el calor al agua que retorna siguiendo el circuito.

## **2.7. Análisis de las soluciones**

En el presente trabajo, no es de interés indicar las distintas alternativas estudiadas, los caminos que se han seguido para llegar a ellas, las ventajas e inconvenientes de cada una y cuál es la solución elegida y su justificación.

La razón es que no hay elementos críticos que justifiquen la necesidad de dejar constancia escrita del análisis comparativo realizado con sus posibles soluciones.

## **2.8 Resultados finales**

La instalación de la que es objeto este TFG, pretende cubrir las necesidades térmicas y de producción de agua caliente sanitaria de un hotel de cuatro

estrellas. El diseño de la instalación persigue lograr el mejor compromiso entre el confort térmico y la sostenibilidad de la instalación. Para ello se han realizado un dimensionado de las instalaciones en los anexos que figuran a continuación así como los planos correspondientes los cuales están en el apartado planos de este documento

## **2.9. Orden de prioridad entre los documentos básicos**

El orden de prioridad será el siguiente:

- 1 Planos
- 2 Pliego de Condiciones
- 3 Presupuesto
- 4 Memoria

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **ANEXO 0: ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N  
15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero





# ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

## ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

En virtud de la solicitud efectuada por:

*En virtud da solicitude efectuada por:*

**APELLIDOS, NOMBRE:** Lopez Montero, Celestino Juan

**APELIDOS E NOME:**

**DNI:** [REDACTED] **Fecha de Solicitud:** FEB2016

**DNI:** **Fecha de Solicitude:**

Alumno de esta escuela en la titulación de Grado en Ingeniería Eléctrica, se le comunica que la Comisión de Proyectos ha decidido asignarle el siguiente Trabajo Fin de Grado:

*O alumno de esta escola na titulación de Grado en Enxeñería Eléctrica, comunicaselle que a Comisión de Proxectos ha decidido asignarlle o seguinte Traballo Fin de Grado:*

**Título T.F.G:** DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES

**Número TFG:** 770G02A76

**TUTOR:** (Titor) Couce Casanova, Antonio

**COTUTOR/CODIRECTOR:**

**La descripción y objetivos del Trabajo son los que figuran en el reverso de este documento:**

A descrición e obxectivos do proxecto son os que figuran no reverso deste documento.

*Ferrol a Lunes, 30 de Mayo del 2016*

Retirei o meu Traballo Fin de Grado o día \_\_\_\_ de \_\_\_\_ do ano \_\_\_\_

*Fdo: Lopez Montero, Celestino Juan*

**DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO:** El presente TFG tiene por objeto el cálculo de las instalaciones de

climatización, ventilación y acs de un hotel vacacional de 345 habitaciones, 32400 m2 construidos Se realizan los cálculos de cargas térmicas, conductos de impulsión y retorno de aire acondicionado y ventilación, dimensionamiento de planta térmica (frio, calor y energía solar), equipos de bombeo, redes de tuberías, cuadros eléctricos de control y fuerza de la instalación.

El TFG, constará de un índice general, memoria, pliego de condiciones, planos, estado de mediciones y presupuesto y se ajustará a la normativa actual vigente.

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **ANEXO I: ILUMINACIÓN**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.1.1. OBJETO DEL ANEXO .....	3
3.1.2. MEMORIA DEL ALUMBRADO .....	3
3.1.2.1. Consideraciones a tener en cuenta .....	3
3.1.2.2 Em, Ra y UGR .....	6
3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS .....	7
3.1.4. Ejemplo de cálculo de la iluminación de una habitación .....	12
3.1.4.1 dormitorio .....	13
3.1.4.2 baño .....	15
3.1.4.3. salón comedor .....	17
3.1.4.4. recibidor .....	19
3.1.4.5. terraza.....	21
3.1.4.6. Distribución lámparas .....	23
3.1.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS EJEMPLO DE CALCULO MANUAL. ....	24
3.1.5.1 Selección de las luminarias.....	24
3.1.5.2 Iluminación.....	24
3.1.5.2.1 Método de los lúmenes.....	24
3.1.5.3 Ejemplo ilustrativo.....	31

## **ANEXO I: ILUMINACIÓN**

### **3.1.1. OBJETO DEL ANEXO**

El objeto de este anexo es el cálculo de los niveles de iluminación en los diferentes locales del edificio conforme a la legislación que le sea de aplicación. Aunque este cálculo no es el objetivo de este trabajo sin embargo es necesario su cálculo para obtener los datos de potencia de las luminarias para el posterior cálculo del sistema de refrigeración del hotel.

En este anexo también se indican cuáles son las características de las luminarias a utilizar así como el número de ellas que habrá que disponer en cada local para alcanzar los niveles mínimos de iluminación exigidos. Siempre que se haga referencia a una marca o modelo determinado, se podrá emplear cualquier otro de características iguales o equivalentes.

### **3.1.2. MEMORIA DEL ALUMBRADO**

En el apartado de cálculos se puede comprobar cómo se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel del mismo, y además se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación.

#### **3.1.2.1. Consideraciones a tener en cuenta**

Todos los cálculos cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para los locales donde se vaya a realizar la instalación.

El Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico HE, Sección HE3,

establece una serie de requisitos que se han de cumplir; los cuales se citan a continuación:

Junto con los cálculos justificativos, será necesario que figuren, además, los siguientes datos:

- Índice del local (K).
- Número de puntos considerados en el trabajo.
- Factor de mantenimiento (Fm).
- Iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida.
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR).
- Índices de rendimiento de color (RA) de las lámparas utilizadas.
- Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI).
- Potencias de los conjuntos lámpara más equipo.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona se determinará mediante el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI), en  $W/m^2$  por cada 100 lux, mediante la siguiente expresión:

(3.1.2.1.)

donde:

P = Potencia total instalada de lámparas más equipos auxiliares (W).

S = Superficie iluminada ( $m^2$ ).

$E_m$  = Iluminancia media horizontal (lux).

Los valores límite para la eficiencia energética serán los indicados en la tabla 3.1.2.1.1. según el local.

<b>Zonas de actividad diferenciada</b>	<b>VEEI límite</b>
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico (1)	3,5
aulas y laboratorios (2)	3,5
habitaciones de hospital (3)	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes (4)	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos (5)	4,0
estaciones de transporte (6)	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) (7)	6,0
hostelería y restauración (8)	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 3.1.2.1.1. – Valores límite de eficiencia energética de la instalación

### **Potencia instalada en edificio**

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de *lámparas* y *equipos auxilia- res*, no superará los valores especificados en la Tabla 3.1.2.1.2.

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m <sup>2</sup> ]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 3.1.2.1.2. Potencia máxima de iluminación

### 3.1.2.2 Em, Ra y UGR

El **Em** o índice de iluminación mantenida indica el nivel de iluminación medio *mínimo* del local.

El **Ra** o índice de reproducción cromática indica las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa, teniendo en cuenta que depende de la lámpara y no de la luminaria.

Ra < 60	Pobre
60 < Ra < 80	Bueno
80 < Ra < 90	Muy bueno
Ra > 90	Excelente

Tabla 3.1.2.2 - Calificación del Ra (índice de reproducción cromática).

El UGR o índice de deslumbramiento unificado indica la posibilidad de deslumbramiento que una luminaria puede provocar debido a la construcción de la óptica y a la posición de las lámparas de modo que los valores de referencia para un local serán valores *máximos*, que no deberán ser sobrepasados.



Todos estos índices se obtienen de la Norma UNE 12464-1 “Norma Europea sobre Iluminación de los Lugares de Trabajo”.

### **3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS**

A continuación, se resumen las luminarias que se instalarán en cada zona, indicando la iluminancia requerida, el número y tipo de luminarias.

Todas las luminarias seleccionadas cumplen que su rendimiento cromático es mayor que 80 y 40 respectivamente según corresponda al local, que son los máximos que se exigen en todos los locales del edificio objeto del presente trabajo según lo que dicta la “NORMA UNE-EN 12464-1 Norma Europea sobre Iluminación de los Lugares de Trabajo” y, por tanto; ya no reflejaremos en cada apartado de cada local que se cumplen los requerimientos en cuanto al Ra.

- **ORNALUX WMC13PO/ 1X13W TC TEL/ 1TC TEL13 (G2491)**
  - Luminaria para una lámpara de 13W. Aro de acero lacada con resinas epoxi, poliéster de alto rendimiento aplicación electroestática y posterior polimerizado, resistente a los rayos UV y a la corrosión
  - Equipo integrado en la luminaria: Empotrada en techo directa, difusor de cristal transparente y reflector de aluminio metalizado.
  
- **ORNALUX WCHECW-218/ 2X18W TC/ 2TC 18W (G24d2)**
  - Down cris es un Downlights con el aro en fundición de aluminio inyectado, y con un aro de cierre también en aluminio inyectado, que abraza al vidrio difusor, que queda fijado al cuerpo con un pequeño giro.
  - Hay seis tipos de cierre diferentes, cuatro en vidrio y dos en policarbonato.
  
- **TROLL 6264/26/21 EM 220V AF 26W (G24d3)**

- Cuerpo en chapa de acero pintado en color gris metalizado que combinan con difusores de pergamino blanco u ocre claro.
- Lámparas incandescentes y fluorescentes.
- Apliques de fijación mural para iluminación general o indirecta, para la iluminación doméstica, de pasillos y escaleras de edificios, salas de espera, hoteles, bares, restaurantes...

- **TROLL 0539/33 1X50W 220-12V (G23)**

- Modelos realizados en aluminio fundido a presión.
- Tienen una fibra de vidrio reforzada espaciador de poliamida para asegurarla correctamente
- Muelles de instalación y de acero para sujetar a un falso techo.

- **ORNALUX WHDCD-248PT/PO (G24d2)**

- El aro es de chapa de aluminio pintado con pintura epoxi-poliéster.
- Reflector de aluminio metalizado acabado espejo para fluorescencia y satinado para descarga y halógenas.

- **ORNALUX WHBC-213P 220V (G24d1)**

- El aro es de chapa de aluminio pintado con pintura epoxi-poliéster.
- Reflector de aluminio metalizado acabado espejo para fluorescencia y satinado para descarga y halógenas

- **ORNALUX WHGCD-326 PT (G24d3)**

- El aro es de chapa de aluminio pintado con pintura epoxi-poliéster.

- Óptica intensiva o extensiva permiten la adopción de diferentes fuentes de luz, desde lámparas incandescentes a lámparas de halógenos metálicos, pasando por lámparas compactas (ahorradoras de energía)
- Empotrados en el techo, se integran en el mismo sin parecer un elemento añadido, complementando la arquitectura y el estilo del local iluminado.
- Reflector de aluminio metalizado acabado espejo para fluorescencias.
- **ARCLUDE SELENIO2 7005+7905-12 2X18W (G23)**
  - Son de aluminio fundido a presión o acero inoxidable.
  - Resistentes de doble capa, resistencia a la intemperie y ambientes salinos corrosión revestimiento en polvo de poliéster.
  - Reflector de aluminio oxidado y abrillantado anódicamente. vidrio de seguridad templado, resistente a los choques térmicos.
  - Juntas de caucho de silicona
  -
- **O.D OD8551/S36 1X36 TL/AF**
  - Cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
  - Reflector interior de chapa de acero, termo esmaltado, blanco.
  - Difusor de metacrilato; balasto magnético
- **O.D OD3142/D36 2X36 TL/AF**
  - Componente óptico de aluminio especular y lámpara compacta.
- **TROLL 0102/33+IGB70/00 70W 220 AF HIT 70W Rx7s**
  - Luminaria empotrable de reducido tamaño para lámparas fluorescentes compactas. Excelentes para su utilización en aplicaciones domésticas, hostelería, comunidades etc...
  - Cuerpo y óptica contruidos en policarbonato con metalización al alto vacío.
  - Muelles de acero inoxidable para instalación en falsos techos lisos, techos de bovedilla y techos de hormigón mediante hornacina.

- **O.D OD3441/4X18 220V AF**

- Cuerpo de luminaria de chapa de acero termo esmaltado en color blanco; óptica formada por lamas longitudinales y transversales parabólicas de aluminio sami mate; balasto magnético.

- **ORNALUX WCHECW-118 220 AF (G24d2)**

- Luminaria para lámparas fluorescentes compactas
- Aro en fundición de aluminio inyectado, y con un aro de cierre también en aluminio inyectado, que abraza al vidrio difusor, que queda fijado al cuerpo con un pequeño giro.

- **TROLL 0322/33 220V AF (G24d3)**

- Cuerpo y caja porta equipos contruidos en policarbonato blanco. Refractor de policarbonato y recuperador de flujo en aluminio anodizado extra puro.
- Equipos auxiliares en caja remota unida al bloque óptico mediante tubo protector. Necesidad de hueco de empotramiento reducida.
- Lámparas fluorescentes y equipos magnéticos, electrónicos, dimerizables y con equipo de emergencia de sustitución

- **BEGA 2479 220V AF 1X125W HME E 27**

- Cuerpo de aluminio fundido, aluminio y acero inoxidable
- Difusor de vidrio transparente con un interior blanco.

- **LE 60459 1X100I E27**

- Apto para lámparas incandescentes o fluorescentes compactas.

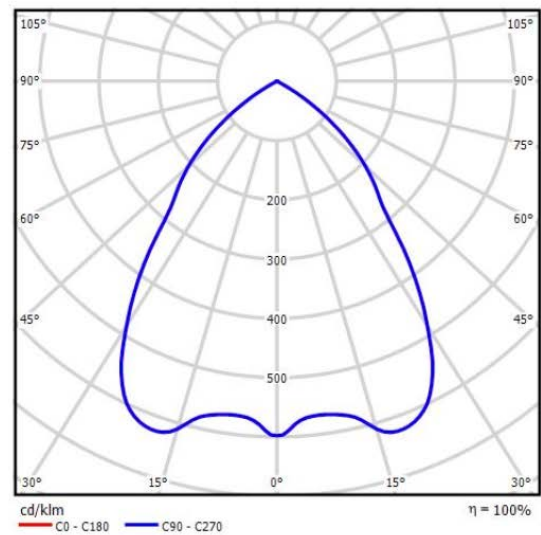
- El difusor es montado por una rotación de  $\frac{1}{4}$  de vuelta.
- Porta lámparas de porcelana, difusor de policarbonato
  
- **O.D OD6423/D36 220V AF 2x36W TL**
  - Componente óptico termo esmaltado en blanco.
  
- **SIMES S4859 220V 10W (G24d1)**
  - Cuerpo de aluminio fundido con alta resistencia a la corrosión.
  - Suministra con cable de neopreno una sola entrada de cables.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- **O.D OD8551/D36 2x36 TL**
  - Metacrilato "ODEL-LUX", con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, termo esmaltado, blanco; difusor de metacrilato; balasto magnético
  
- **LLEDO OD85500/S36 1x36 TL**
  - Regleta de superficie de estructura de Metacrilato "ODEL-LUX", con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, termo esmaltado, blanco; difusor de metacrilato; balasto magnético
  
- **PHILIPS DN450B 1x25 w led**

Flujo luminoso (Luminaria): 2000 lm

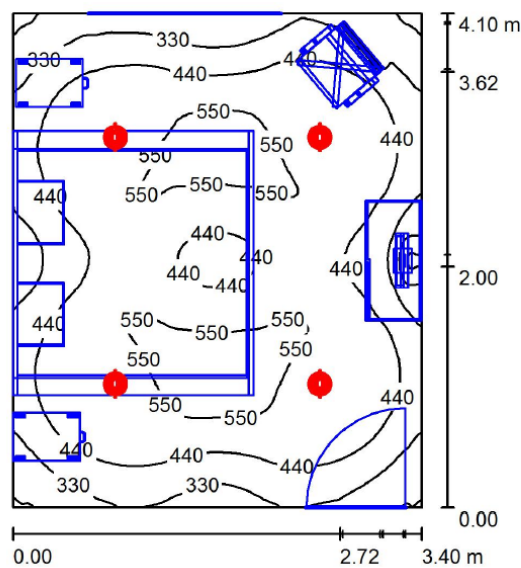
Potencia de las luminarias: 25.0 W

### 3.1.4. Ejemplo de cálculo de la iluminación de una habitación

- Para esta habitación la luminaria selecciona es el modelo PHILIPS DN450B 1x25 w led



### 3.1.4.1 dormitorio



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:53

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	449	83	603	0.184
Suelo	59	195	1.21	464	0.006
Techo	70	124	93	146	0.747
Paredes (4)	50	157	3.18	294	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/840 (1.000)	2000	2000	25.0
			Total: 8000	Total: 8000	100.0

Valor de eficiencia energética:  $7.17 \text{ W/m}^2 = 1.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.94 \text{ m}^2$ )

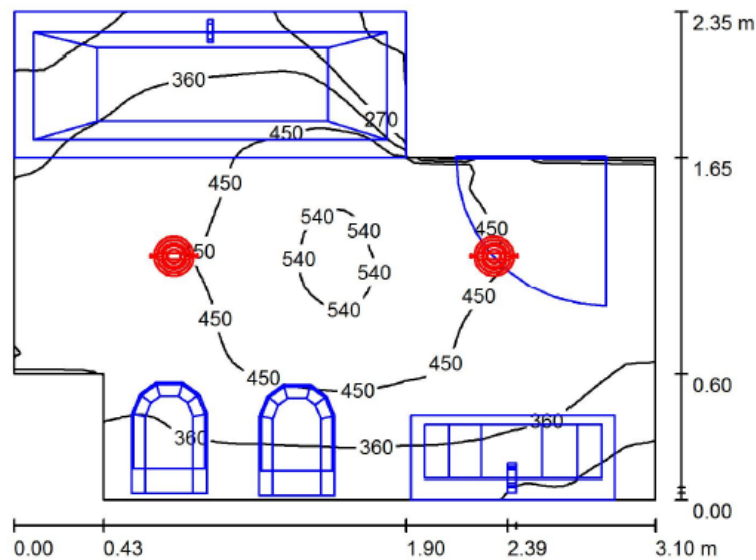
Tabla 3.1.4.1. - Resumen de valores de iluminación



Fig: 3.1.4.1 3D dormitorio



### 3.1.4.2 baño



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	395	158	559	0.400
Suelo	63	225	1.37	366	0.006
Techo	70	122	92	150	0.754
Paredes (8)	61	175	8.94	663	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/840 (1.000)	2000	2000	25.0
			Total: 4000	Total: 4000	50.0

Valor de eficiencia energética:  $8.09 \text{ W/m}^2 = 2.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.18 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.1.4.2. - Resumen de valores de iluminación



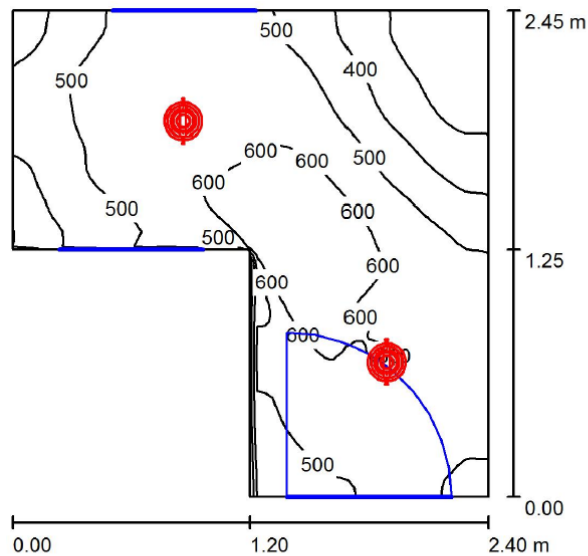
Fig: 3.1.4.2 3D baño





Fig: 3.1.4.3. 3D salón comedor

### 3.1.4.4. recibidor



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:32

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	509	206	693	0.404
Suelo	59	359	270	462	0.752
Techo	70	147	114	172	0.773
Paredes (6)	50	233	104	628	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/840 (1.000)	2000	2000	25.0
Total:			4000	Total: 4000	50.0

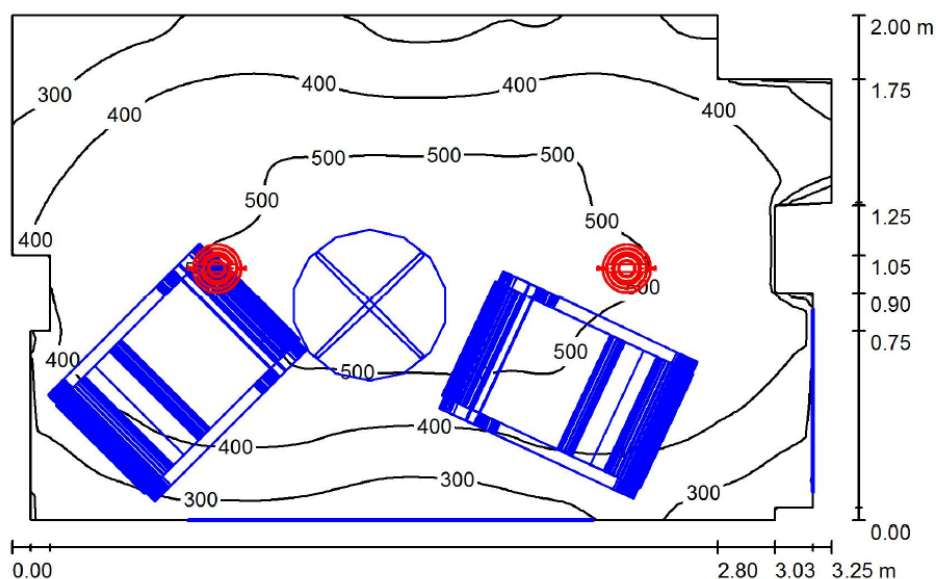
Valor de eficiencia energética:  $11.42 \text{ W/m}^2 = 2.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $4.38 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.1.4.4. - Resumen de valores de iluminación



Fig: 3.1.4.4. 3D recibidor

### 3.1.4.5. terraza



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	422	102	594	0.241
Suelo	63	232	45	380	0.194
Techo	70	99	80	129	0.811
Paredes (16)	36	160	47	448	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/840 (1.000)	2000	2000	25.0
Total:			4000	4000	50.0

Valor de eficiencia energética:  $8.15 \text{ W/m}^2 = 1.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.13 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.1.4.5. - Resumen de valores de iluminación



Fig: 3.1.4.5. 3D terraza



### 3.1.4.6. Distribución lámparas

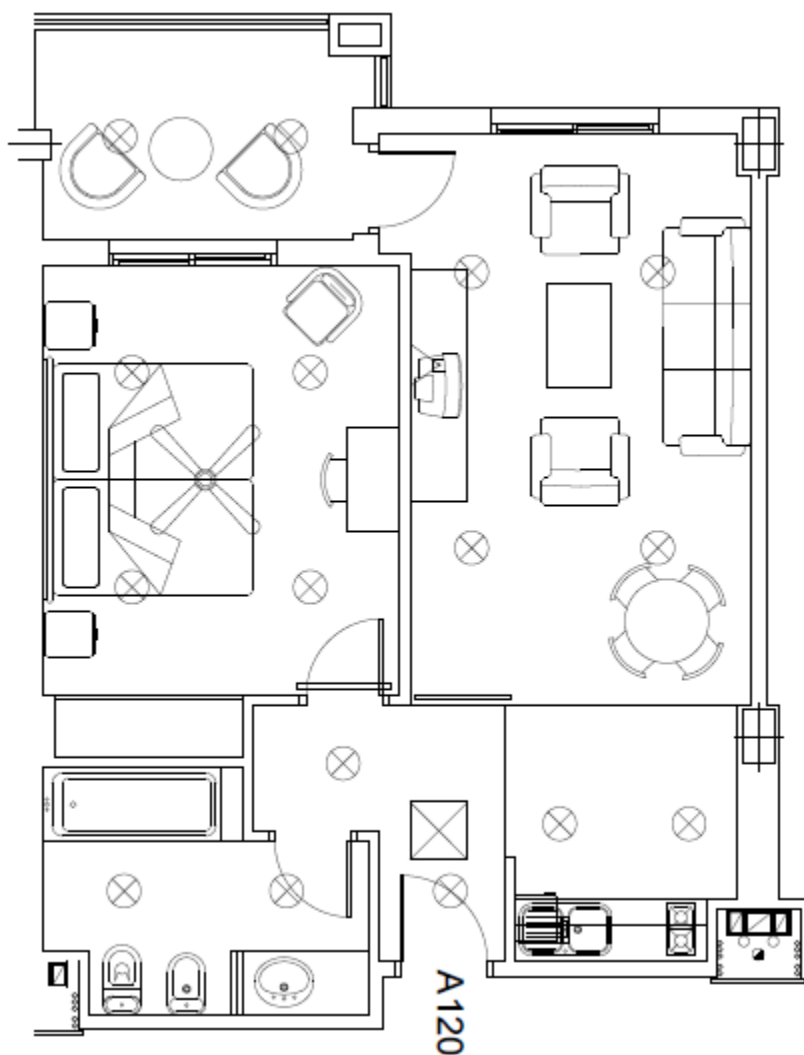


Fig:3.1.4.6.

Con el resto de locales realizaron los mismos cálculos y los resultados están representados en los planos de iluminación

### **3.1.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS EJEMPLO DE CALCULO MANUAL.**

#### **3.1.5.1 Selección de las luminarias.**

Se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel de iluminación requerido, en función de la actividad a realizar en dicha zona. Asimismo, se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

#### **3.1.5.2 Iluminación.**

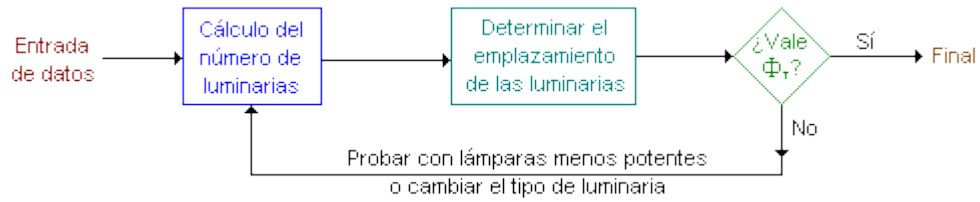
Para realizar los cálculos se ha usado el programa de cálculo DIALUX 4.12. Todos los cálculos de iluminación se realizarán basándose en el método del flujo, teniendo en cuenta las recomendaciones de la C.I.E. en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta. A partir de los datos geométricos del local y de los factores de reflexión (que van en función de los colores de la pared, techo y suelo), se obtienen de tablas, datos como iluminancia media en servicio, calidad de deslumbramiento directo, factor de mantenimiento, factor de utilización, etc.

De forma manual el procedimiento es el siguiente:

##### **3.1.5.2.1 Método de los lúmenes**

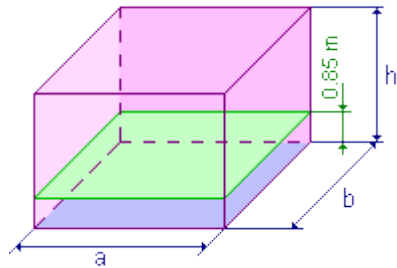
La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:



➤ Datos de entrada:

⇒ Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0,85 m.

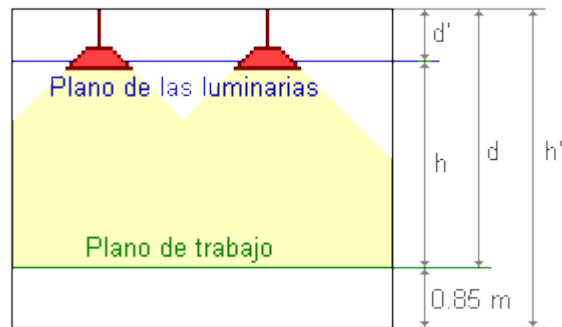


⇒ Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en normas y recomendaciones.

⇒ Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, HPI...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.

⇒ Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.

⇒ Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.



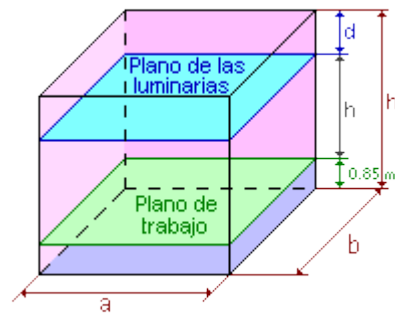
$h$ : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

$h'$ : altura del local.

$d$ : altura del plano de trabajo al techo.

$d'$ : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

⇒ Calcular el índice del local ( $k$ ) a partir de la geometría de éste. En el caso del método europeo se calcula como:



➤ Iluminación directa, semi-directa, directa-indirecta y general difusa:

(3.1.5.2.1.1)

➤ Iluminación indirecta y semi-directa:

(3.1.5.2.1.2)

Donde  $K$  es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran, pues la diferencia entre usar 10 o un número mayor en los cálculos es despreciable.

- ⇒ Determinar el factor de mantenimiento ( $f_m$ ) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0,8
Sucio	0.6

Tabla 3.1.5.2.1.1 – Factor de mantenimiento

- ⇒ Rendimiento del local. A partir del índice del local, del grado de reflexión del techo, paredes y plano útil, y según el tipo de iluminación, se halla el rendimiento del local  $\eta_R$  en tablas distintas según la luminaria utilizada. En la siguiente tabla se indica el rendimiento del local para una luminaria con alumbrado directo:

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0,8		0,7				0,5		0,3	
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Plano útil	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice del local	Rendimiento del local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,96	0,96	0,94	0,92

Tabla 3.1.5.2.1.2 – Factores de reflexión

⇒ Rendimiento de la luminaria  $\eta_L$ :

Es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.

⇒ El rendimiento de la iluminación:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L$$

(3.1.5.2.1.3)

❖ Cálculos:

⇒ Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula:

(3.1.5.2.1.4)

Donde:

- $\Phi_T$  = es el flujo luminoso total.
- $E$  = es la iluminancia media deseada.
- $S$  = es la superficie del plano de trabajo.
- $\eta$  = es el factor de utilización.
- $f_m$  = es el factor de mantenimiento.

⇒ Cálculo del número de luminarias. Para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_{Lum}} \quad (3.1.5.2.1.5)$$

Redondeando por exceso, donde:

- $N$  = es el número de luminarias.
- $\Phi_T$  = es el flujo luminoso total.
- $\Phi_{Lum}$  = es el flujo luminoso de una lámpara.
- $n$  = es el número de lámparas por luminaria.

❖ Emplazamiento de las luminarias.

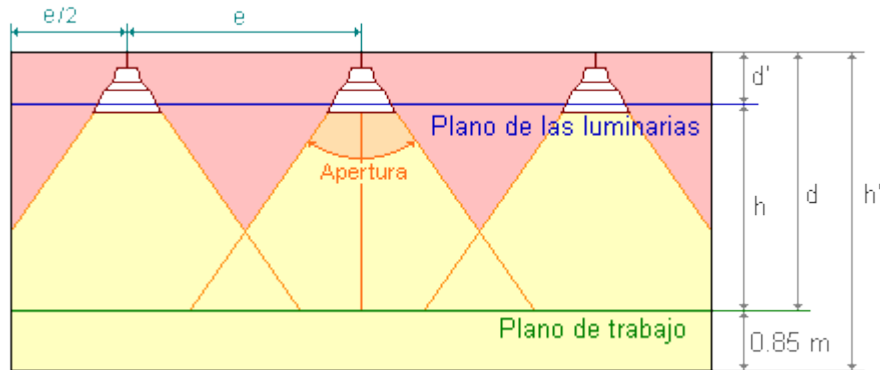
Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuirlas sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total} \times ancho}{largo}} \quad N_{largo} = \sqrt{N_{ancho} \times \left(\frac{largo}{ancho}\right)} \quad (3.1.5.2.1.6)$$

Donde N es número de luminarias.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Veámoslo mejor con un dibujo:



Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará, aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados

.

De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo luminaria	Altura local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	>10 m	$e \leq 1,2 h$
Extensiva	6-10 m	$e \leq 1,5 h$
Semiextensiva	4-6 m	$e \leq 1,6 h$
Extensiva	$\leq 4 m$	
Distancia pared-luminaria $e/2$		

Tabla 3.1.5.2.1.3 – Separación de las luminarias

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos con que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir



que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme.

Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva.

En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes o más luminarias con menos lámparas.

❖ Comprobación de los resultados.

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \times \Phi_{Lum} \times \eta \times f_m}{S} \geq E_{tablas} \quad (3.1.5.2.1.7)$$

### 3.1.5.3 Ejemplo ilustrativo.

Para realizar los cálculos se ha usado el programa de cálculo DIALUX 4.12.

A continuación, se hará un ejemplo de cálculo de una de las dependencias de forma manual. La dependencia elegida será el despacho del Jefe de Ventas:

Dimensiones de dicha dependencia:

- Largo: 3,9 m.
- Ancho: 4 m.
- Altura útil: 2,80 m.

Factores de reflexión:

- suelo: 50%.
- Techo: 70%.
- Paredes: 79%.

Nivel de iluminancia media:  $E_m = 500$  lux.

Tipo de luminaria: PHILIPS DN450B 1xDLM2000/840

Número de lámparas por luminaria:  $n = 1$ .

Flujo luminoso de una lámpara:  $\Phi_L = 2000$  lm.

Altura del local:  $h' = 2,80$  m.

Altura del plano de trabajo al techo:  $d = 1,95$  m.

Altura entre el plano de las luminarias y el techo:  $d' = 0$  m. (lámparas empotradas)

- Cálculo del índice del local (iluminación directa):

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} = \frac{3,90 \times 4,00}{1,95 \times (3,90 + 4,00)} = 1,013$$

Factor de mantenimiento:  $f_m = 0,8$

- Cálculo flujo luminoso total:

A partir del índice del local, del grado de reflexión del techo, paredes y plano útil, y según el tipo de iluminación, se halla el rendimiento del local  $\eta_R$  en tablas distintas

según la luminaria utilizada. En la siguiente tabla se indica el rendimiento del local para una luminaria con alumbrado directo:

Como  $K \approx 1.25 \Rightarrow \eta_R = 0,88$  (obtenido de la tabla 2.5.2.1.2)

Factor de utilización:  $\eta_R = 0,88$

Rendimiento de la luminaria  $\eta_L$ , es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.

En nuestro caso  $\eta_L$ : 1

El rendimiento de la iluminación:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L = 0,88 \times 1 = 0,88$$

Calculamos el flujo luminoso total necesario:

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} = \frac{500 \times 3,90 \times 4,00}{0,88 \times 0,8} \approx 11079,55 \text{ L / m}$$

Cálculo del número de lámparas:

$$\frac{11079,55}{2000} = 5,54 \rightarrow \text{colocamos 6 luminarias}$$

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **ANEXO II: INSTALACIÓN DE ACS**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

---

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO .....	4
3.2.2 FUNDAMENTOS PARA TRABAJOS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA .....	4
3.2.2.1 TIPOLOGÍA DE SISTEMAS .....	4
3.2.3.2. TECNOLOGÍA SOLAR DISPONIBLE .....	9
3.2.4. PARTES DE UN CAPTADOR Y TIPOS .....	9
3.2.4.1 Las partes de un captador plano se describen a continuación: .....	12
3.2.5. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO .....	14
3.2.6. VALORES CARACTERÍSTICOS DE LOS CAPTADORES.....	16
3.2.6.1. Curvas de rendimiento .....	17
3.2.6.2. Pérdidas energéticas en el captador .....	24
3.2.6.3. Otros valores característicos del captador .....	25
3.2.6.3.1. Capacidad térmica .....	25
3.2.6.3.2. Pérdida de carga del captador.....	26
3.2.6.3.3. Temperatura de estancamiento .....	26
3.2.7. CONEXIONADO DE CAPTADORES.....	27
3.2.7.1. Conexionado en paralelo .....	27
3.2.7.2. Conexionado en serie.....	28
3.2.7.3. Combinación serie-paralelo .....	29
3.2.8. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	30
3.2.9. SUBSISTEMA DE ACUMULACIÓN.....	32
3.2.10. SUBSISTEMA DE TERMOTRANSFERENCIA .....	34
3.2.10.1. INTERCAMBIADOR .....	35
3.2.10.2. TUBERÍAS .....	37
3.2.10.3. FLUIDO CALOPORTADOR .....	38
3.2.10.4. BOMBAS CIRCULATORIAS.....	39
3.2.10.5. VASO DE EXPANSIÓN.....	41
3.2.11. SUBSISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL .....	43
3.2.12. SUBSISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR .....	45

---

3.2.13.	OTROS ELEMENTOS .....	46
3.2.13.1.	VÁLVULAS .....	46
3.2.13.2.	AISLAMIENTOS .....	48
3.2.14.	SISTEMAS SOLARES PARA ACS.....	48
3.2.14.1	CONDICIONES DE DISEÑO .....	49
3.2.14.2.	CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	50
3.2.15.	PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN DEL TRABAJO .....	52
3.2.16.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN .....	54
3.2.16.1	Planteamiento del trabajo.....	54
3.2.16.2.	Procedimiento de verificación .....	55
3.2.16.3.	HOMOLOGACIÓN DE CAPTADORES .....	57
3.2.16.4.	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA .....	58
3.2.16.4.1	Plan de vigilancia.....	59
3.2.16.4.2	Plan de mantenimiento Preventivo .....	59
3.2.16.5.	CALCULO INSTALACION.....	60
3.2.16.5.1	Demanda de energía térmica. Datos de partida .....	60
3.2.16.5.2.	Condiciones climáticas .....	61
3.2.16.5.3.	Zonas climáticas definidas en el CTE.....	62
3.2.16.5.4.	Contribución solar mínima .....	63
3.2.16.6	Cálculo de la demanda energética .....	65
3.2.16.7	Cálculo del campo de captadores.....	71
3.2.16.7.1	Predimensionado del campo de captadores .....	72
3.2.16.7.2	Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart.....	72
3.2.16.7.3.	Cálculo de la radiación solar mensual incidente.....	74
3.2.16.7.4.	Pérdidas por orientación e inclinación.....	77
3.2.16.7.5	Pérdidas por sombras .....	81
3.2.16.7.6.	Cálculo del parámetro $D_1$ .....	83
3.2.16.7.7.	Cálculo del parámetro $D_2$ .....	86
3.2.16.7.8.	Determinación de la fracción solar energética mensual $f$ aportada por el sistema de captación solar.....	88

---

3.2.16.7.8.1. Fracción solar anual F.....	88
3.2.16.7.9. Sistema de acumulación solar.....	96
3.2.16.7.10. caldera biomasa.....	98
3.2.16.7.11 Sistema de intercambio.....	102
3.2.16.7.12. Circuito hidráulico .....	104
3.2.16.7.12.1. Circuito hidráulico primario .....	105
3.2.17. INSTALACIÓN OBJETO DEL TRABAJO.....	115
3.2.17.1. colector solar.....	115
3.2.17.2. Tuberías .....	116
3.2.17.3. aislamiento .....	128
3.2.17.4. Bomba.....	129
3.2.17.5. Vaso de expansión .....	130
3.2.17.6. Purgas de aire.....	133
3.2.17.7. Válvula de seguridad .....	133
3.2.17.8. Circuito hidráulico secundario.....	134
3.2.17.9. Circuito hidráulico de distribución de A.C.S.....	134
3.2.17.10. Sistema de energía convencional auxiliar.....	135
3.2.17.11. Sistema de control.....	136
3.2.17.12. Configuración con acumulación solar centralizada.....	138
3.2.17.13. Sistema de medida .....	139

### **3.2.1 OBJETO DEL ANEXO**

En la edificación objeto del trabajo se produce un gran consumo de agua caliente sanitaria un total de 65505 L/día en el total del edificio. Para hacer frente a dicha demanda es necesario realizar una instalación energética que haga frente a los consumos previstos de agua caliente. En nuestro caso instalaremos un sistema combinado de caldera de pellet con paneles solares para el cumplimiento del Código Técnico de la edificación en su documento básico HE sección 4.

### **3.2.2 FUNDAMENTOS PARA TRABAJOS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

La captación térmica de la energía solar es el procedimiento de transformación de la energía radiante del sol en calor o energía térmica. La aplicación de la energía solar térmica a baja temperatura es cuando la energía obtenida se utiliza para aplicaciones con temperaturas inferiores a 80°C: preparación de ACS, el calentamiento de piscinas, la calefacción de ciertos espacios, usos industriales, etc. Es para estas aplicaciones donde se desarrolla este trabajo.

El objetivo de este anexo es generar un documento completo que permita entender el funcionamiento de los sistemas solares antes de pasar a su diseño. En los siguientes apartados se describirán los diferentes tipos de sistemas solares térmicos, analizando cada uno de sus componentes y estableciendo criterios de selección para cada perfil de consumo.

#### **3.2.2.1 TIPOLOGÍA DE SISTEMAS**

En la actualidad existe una gran variedad de sistemas de aprovechamiento de la energía solar térmica, pero todos comparten los mismos principios de funcionamiento.

En su diseño hay que tener en cuenta que, tan importante como la correcta selección de los elementos integrantes de cada subsistema, es la correcta integración de todos ellos en el sistema y la selección de las estrategias de regulación, control y operación.



A continuación, se muestra un esquema en 3D del principio tipo para un sistema solar (fig 3.2.2.1.1):

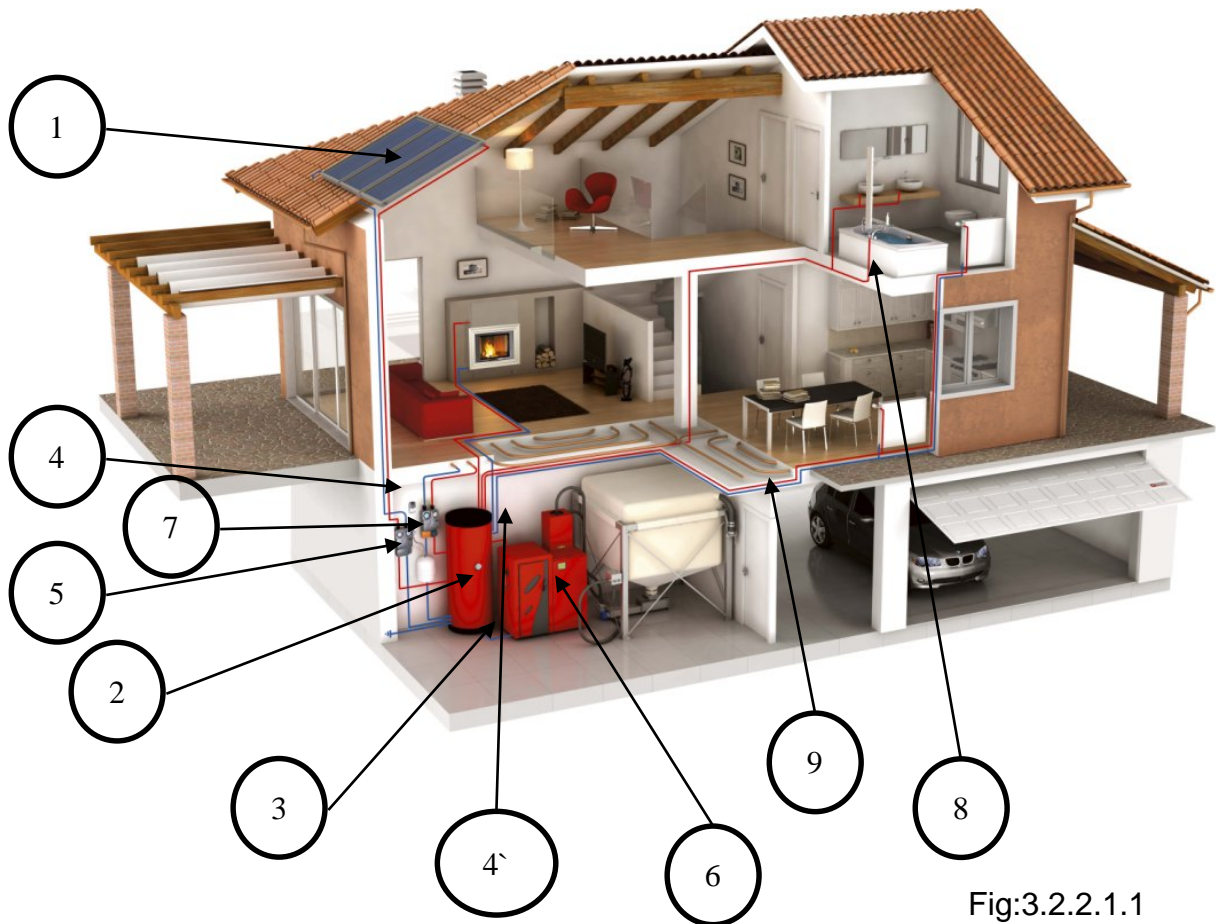


Fig:3.2.2.1.1

1. Captador solar en el circuito primario
2. Acumulador solar en el circuito secundario solar
3. Intercambiador (serpentín en el acumulador o de placas externo)
4. Circuito hidráulico del circuito primario solar y 4' del circuito secundario
5. Bomba circulatoria del circuito primario solar
6. Sistema de energía auxiliar con acumulador auxiliar y caldera
7. Sistema de control de la instalación solar
8. Demanda de ACS
9. demanda calefacción

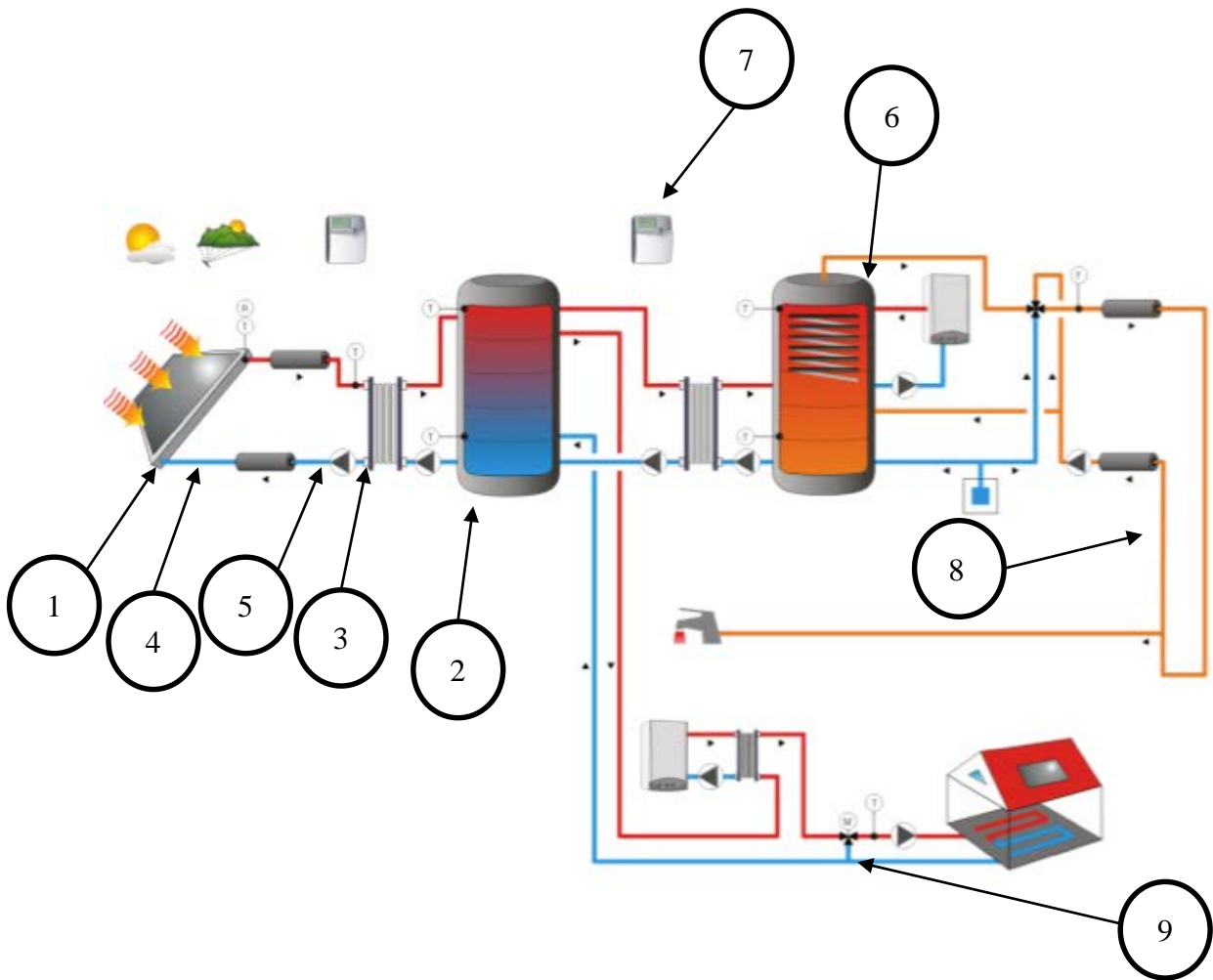


Fig:3.2.2.1.2. esquema de principio tipo

Sus partes fundamentales son las siguientes:

**Sistema de captación:** formado por uno o varios captadores que transforman la radiación solar incidente en energía térmica que calienta, a su vez, el fluido caloportador que contienen.

**Sistema de acumulación:** constituido por un depósito que almacena el agua caliente hasta que se precise su uso (para usos higiénicos o para calefacción).

**Sistema de intercambio:** realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores al agua caliente que se consume o utiliza.

Sistema hidráulico: constituido por el circuito de captadores o primario (circuito cerrado) y el circuito de utilización o secundario. A este sistema pertenecen otros elementos como bombas, válvulas, purgadores, vasos de expansión, etc., de forma que el fluido caliente se conduce desde el sistema de captación hasta el sistema de acumulación y desde este a la red de consumo.

Sistema de regulación y control: se encarga de asegurar el correcto funcionamiento de todo el conjunto, para proporcionar un adecuado servicio y aprovechar la máxima energía solar térmica posible. En el caso más sencillo el control tiene dos funciones básicas:

1. Compara las temperaturas de la parte alta de los captadores y de la parte inferior del acumulador y si es suficiente arranca la bomba de circulación y si no lo es la apaga.
2. Protege al tanque de sobrecalentamientos parando la bomba de circulación cuando se alcanza en la parte alta del acumulador la temperatura máxima prefijada).

Sistema de energía auxiliar: sirve de apoyo y permite seguir teniendo agua caliente cuando las condiciones meteorológicas sean adversas o el consumo sea superior al previsto.

La configuración usual de los sistemas solares para ACS es la siguiente: el sistema solar y el auxiliar se conectan en serie, de manera que el solar precalienta el agua de red hasta el nivel térmico posible en función de las condiciones de la instalación y la época del año, y el sistema auxiliar termina de calentar el ACS a la temperatura deseada con los criterios usuales de confort y seguridad. En la figura 3.2.2.1.3. se muestra la distribución del ahorro solar mensual para el hotel objeto del trabajo mensual de las necesidades energéticas para la preparación del ACS, donde el mayor aporte solar, lógicamente, es en los meses de más calor.

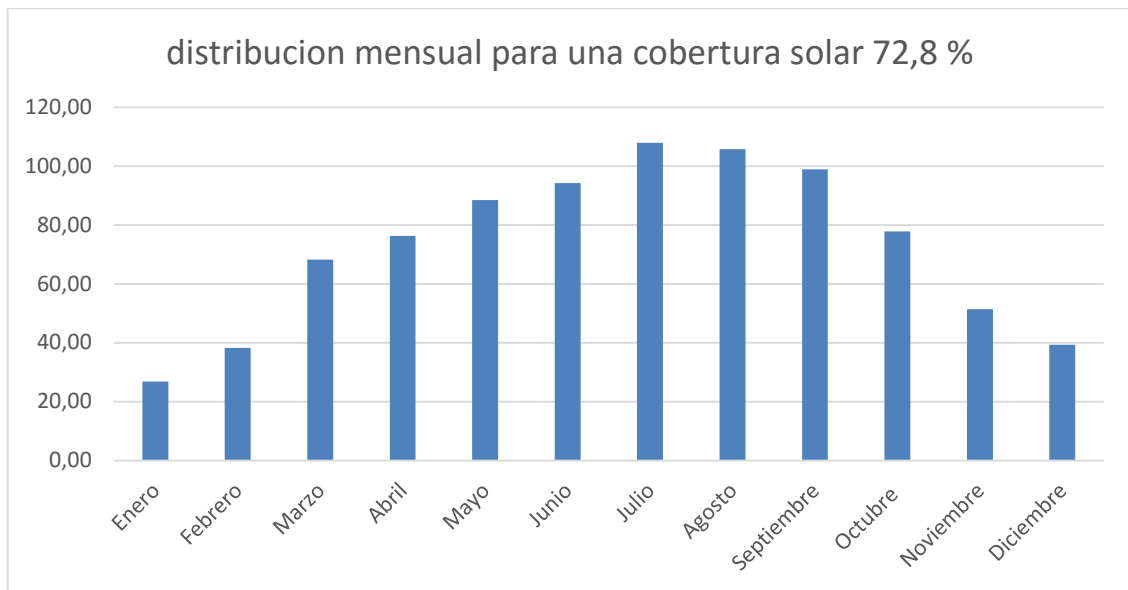


Fig 3.2.2.1.3. Distribución del ahorro solar para la producción del ACS

Dependiendo de la disposición de todos los sistemas anteriores, se puede tener distintos tipos de instalaciones, que se resumen en la tabla 3.2.2.1.

Criterio de clasificación	Características fundamentales	
Principio de circulación	Instalación por termosifón Funcionamiento por convección natural	Instalación por circulación forzada Funcionamiento por bombeo
Sistema de intercambio	Sistemas directos Fluido del circuito primario igual al agua de consumo	Sistemas indirectos Intercambiador en cada punto de consumo
Acumulador solar	Centralizado Un único acumulador solar	Distribuido Un acumulador en cada punto de consumo
Sistema de expansión	Sistemas abiertos En comunicación directa con la atmósfera	Sistemas cerrados Circuito cerrado, con vasos de expansión
Sistema de control	Caudal constante de bombas Arranque/paro por diferencial de temperatura entre captador y acumulador	Caudal variable de bombas en función de la radiación solar Para mantener constante el diferencial de $T^a$ entre captador y acumulador

Sistema de protección contra sobrecalentamientos	Con sistema de expansión cerrado Dimensionado para recibir el volumen de los captadores		Sistemas de vaciado automático Vaciado del captador con temperatura máxima en el acumulador	
Forma de acoplamiento de componentes	Compacto Captador y depósito en la misma unidad	Integrado Captador y depósito en un mismo componente	Partido Captador y depósito a distancia física	
Disposición de componentes	Captador		Acumulador	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Sistema de energía auxiliar	Instantáneo Calentamiento al paso		En acumulador Calentamiento del acumulador auxiliar	
Sistema de energía auxiliar	Individual Para un único usuario		Colectivo Para un conjunto de usuarios	
Sistema de protección antilegionela	Ninguno	En el acumulador auxiliar Mantenido a más de 60°C	Con acumulador solar entre intercambiadores El agua de acumulación solar no es agua de consumo	

Tabla 3.2.2.1 Tipos de instalaciones térmicas solares

El tipo de sistema más adecuado dependerá del uso que se quiera de él, del clima del lugar y del presupuesto con el que se cuente.

### 3.2.3.2. TECNOLOGÍA SOLAR DISPONIBLE

En este apartado se describirán los principales tipos de captadores solares que hay actualmente en el mercado. Se analizará su funcionamiento, los valores característicos que los diferencian, los tipos de conexionado entre varios captadores y los criterios que determinarán escoger un captador u otro.

### 3.2.4. PARTES DE UN CAPTADOR Y TIPOS

Los captadores solares son el corazón de cualquier sistema de utilización de la energía solar: captan la radiación solar y la transforman en energía térmica. En su interior se calienta el fluido caloportador gracias a la energía de la radiación,

transfiriéndose el calor generado a través del circuito primario que, en la mayoría de casos se almacena en un acumulador. Según se vaya necesitando, el calor pasa del acumulador al circuito de consumo.

Todos los diseños tienen como objetivo común el convertir con el mayor rendimiento posible la radiación solar en calor, para después suministrar eficientemente éste a los consumos. Los diseños de los captadores varían considerablemente en cuanto a calidad, rendimiento, construcción y coste.

Dependiendo de la aplicación el tipo de captador solar que hay que utilizar cambia. Para aplicaciones que requieren un fluido a baja temperatura ( $<80^{\circ}\text{C}$ ), que es el caso de este trabajo, los sistemas con captadores planos son los más utilizados, y en nuestro caso es el que vamos a utilizar (fig 3.2.3.2.1.1.), seguidos por los tubos de vacío (fig3.2.3.2.1.2.).



fig 3.2.3.2.1.1. Captador plano.



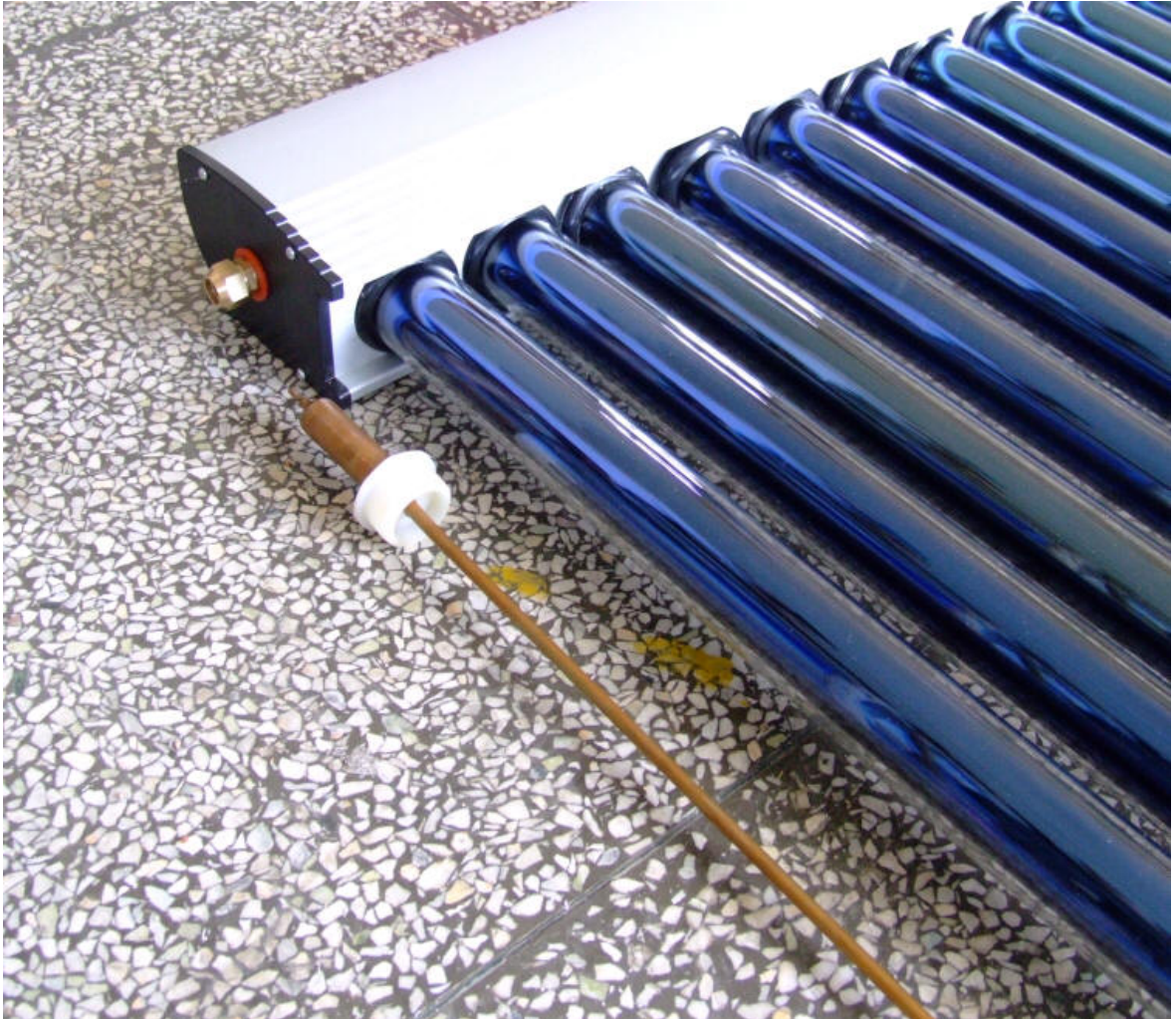


fig3.2.3.2.1.2. Captador de tubos de vacío.

Los captadores de tubos de vacío se distinguen de los captadores planos tanto por sus menores pérdidas térmicas y mayor rendimiento, al encerrarse el absorbedor, que es donde se convierte en calor la radiación solar, en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire, como por sus mayores posibilidades de integración arquitectónica.

Por el contrario, el captador de tubos de vacío ocupa más superficie total que el plano, puesto que su área del absorbedor es mucho más pequeña. Cabe comentar también que el captador de tubos de vacío es menos robusto y su precio es más elevado.

### 3.2.4.1 Las partes de un captador plano se describen a continuación:

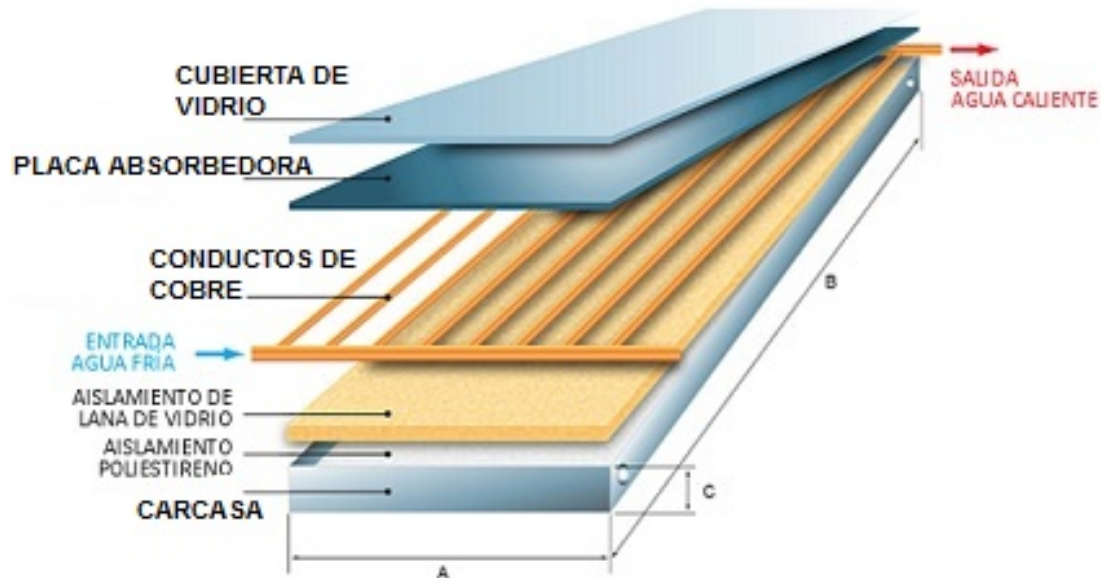


Fig: 3.2.4.1

#### **Cubierta de vidrio:**

Con el fin de reducir las pérdidas, proteger de la intemperie el absorbedor y crear el efecto invernadero, se coloca sobre el absorbente una superficie transparente. Aunque se han comercializado colectores con más de una cubierta y de materiales plásticos (Tedlar, EVA, etc.), lo más habitual es que sea una única superficie de vidrio templado, con un bajo contenido en hierro (para limitar las pérdidas energéticas) y de un espesor de al menos 4 mm. Las cubiertas de plástico o láminas transparentes son menos frágiles, más ligeras y más económicas, sin embargo, pueden sufrir rápidamente un gran envejecimiento por su exposición directa a la radiación solar. Es la parte más propensa a la rotura, ya sea por agresiones externas o por efecto de la dilatación del propio vidrio.

#### **Placa del absorbedor:**

Es la pieza clave del colector solar. Está formada por un circuito hidráulico en forma de parrilla o serpentín de tubos (Fig:3.2.4.1) por los que circula el fluido caloportador y una superficie de captación selectiva (absorbedor) que transfiere el calor hasta los tubos, unidos entre ellos por soldadura o ultrasonidos.



El absorbedor, normalmente construido de metal, ha de tener una cubierta de pintura o tratamiento negro que tenga una alta absorción a la radiación solar. Mejor aún si tiene, al mismo tiempo, una baja emisividad en longitudes de onda larga (se verá este concepto en el siguiente apartado). En este último caso es lo que se llama una superficie selectiva.

**Encofrado (o caja exterior o carcasa):**

Es la que alberga a todos los componentes (cubierta exterior, placa absorbente, aislamiento) dándole la rigidez y estanqueidad necesarias al captador. Aunque también puede ser material plástico, lo usual es que sea metálica, generalmente de aluminio anodizado, por su poco peso y aguante a la corrosión.

**Aislamiento térmico:**

Es un tipo de recubrimiento que debe existir en todos los lados del panel, excepto en la parte acristalada, que evita pérdidas térmicas. El material es cualquier tipo de aislante (fibra de vidrio, lana de roca, espuma rígida de poliuretano, poliestireno expandido, etc.) y el grosor depende de la aplicación, lugar, tipo de aislante. El colector debe incorporar materiales aislantes tanto en el fono del colector bajo la superficie absorbente, como en los laterales con el fin de reducir las pérdidas de calor desde el absorbedor hacia la carcasa. Cualquiera que sea el material elegido debe tener además de una baja conductividad térmica, un coeficiente de dilatación compatible con los demás componentes del colector solar y resistencia a altas temperaturas. Es conveniente incorporar una lámina reflectante en la cara superior del aislante para evitar su contacto y reflejar hacia la placa absorbente la radiación infrarroja emitida por éste. En el caso de que sea un material con posibilidad de absorción de líquidos, deberá disponer de una protección que asegure su estanqueidad frente a fugas y condensaciones.

**Junta:**

Es un material elástico cuya función principal es mantener la estanqueidad del captador impidiendo la entrada de agua cuando hay lluvia.

### 3.2.5. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

En este apartado se pretende analizar el proceso de la incidencia de la radiación solar en el captador solar.

La radiación solar, al incidir sobre un cuerpo, puede ser total o parcialmente absorbida, otra parte puede ser reflejada y una última puede atravesar el cuerpo. La energía que contiene la radiación que es absorbida hace que el cuerpo se caliente y emita a su vez radiación, con una longitud de onda que dependerá de la temperatura de éste. La mayor parte de la radiación solar está comprendida entre 0,3 y 2,4  $\mu\text{m}$  (onda corta), por lo que, al ser el vidrio transparente, es decir deja pasar a través de él la radiación electromagnética entre 0,3 y 3  $\mu\text{m}$ , la luz atravesará el vidrio sin mayor problema. Si bien una pequeña parte se reflejará en su superficie y otra será absorbida en su interior, dependiendo del espesor del mismo.

Después de atravesar el vidrio, la radiación llega a la superficie del absorbedor, el cual se calienta y emite a su vez radiación con una longitud de onda más o menos comprendida entre 4,5 y 7,2  $\mu\text{m}$  (onda larga), para la cual el vidrio es opaco; es decir, la radiación emitida por el absorbedor será reflejada en un pequeño porcentaje por la superficie interior del vidrio, y el resto será absorbida por él, con lo que éste aumentará de temperatura y comenzará a emitir radiación, la cual se repartirá aproximadamente a partes iguales hacia el exterior y el interior del colector. Este fenómeno se le conoce con el nombre de efecto invernadero (figura 3.2.5):

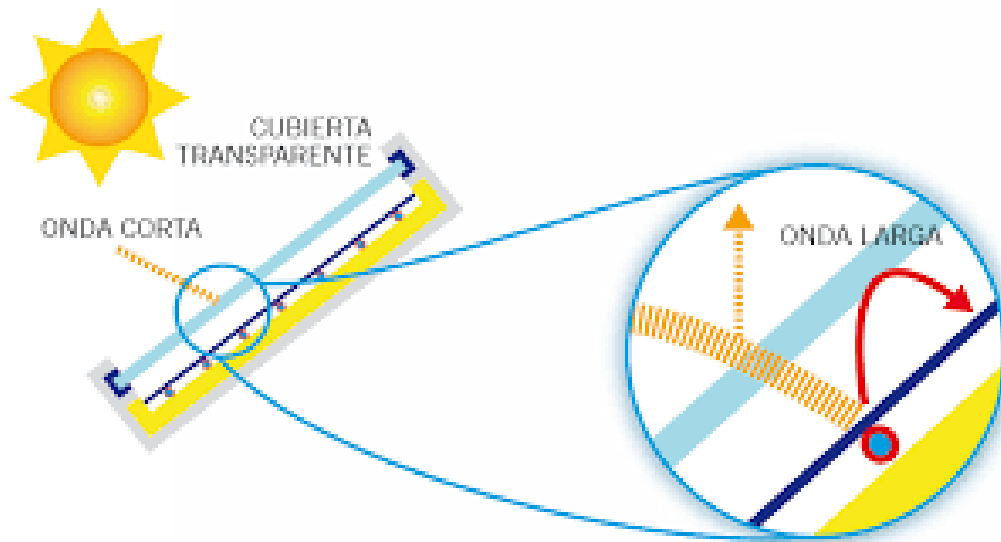


Fig: 3.2.5 Efecto invernadero

No hay que menospreciar el hecho de que la cubierta transparente, además de producir el citado efecto invernadero, disminuye la transferencia de calor por convección entre el absorbedor y el ambiente exterior, reduciendo las pérdidas térmicas considerablemente.

Esto hace que, si se considera al captador expuesto al sol sin ninguna circulación de fluido en su interior, la temperatura del absorbedor se elevará progresivamente y también las pérdidas por conducción, convección y de radiación, por crecer éstas con la temperatura. De tal modo, se llega a alcanzar entonces la temperatura de equilibrio estática.

Si ahora se permite circular el fluido caloportador por el interior del colector, entrando por un orificio y saliendo por otro, dicho fluido al tomar contacto con la parte interior del absorbedor va aumentando de temperatura. Si se mantiene una circulación del fluido bajo condiciones estacionarias, llegará a un momento en que se volverá a alcanzar una nueva temperatura de equilibrio, llamada temperatura de equilibrio dinámica, siendo ésta evidentemente más baja que la temperatura de equilibrio estática. Esta temperatura que alcanza el fluido es siempre menor que la del absorbedor debido a las características físicas del proceso de conducción del

calor.

Hay que tener en cuenta que la temperatura no es igual en todos los puntos del fluido, por lo que se utilizará una temperatura media del fluido caloportador en el absorbedor, la cual se define por la media aritmética de las temperaturas a la entrada y a la salida:

$$T_m = \frac{T_e + T_s}{2} \quad (3.2.5.)$$

Cuando el colector está funcionando deberá cumplirse que la temperatura de salida es mayor que la de entrada, de lo contrario ocurriría que el absorbedor estaría perdiendo calor hacia exterior a expensas del fluido caloportador, hecho que podría ocurrir si se hiciese circular el fluido por la noche o en momentos de mucha nubosidad. La máxima temperatura que un captador instalado puede alcanzar es la temperatura de equilibrio estática, la cual conviene conocer, ya que cuando la instalación solar esté parada se alcanzará esta temperatura. Además, se debe considerar la temperatura máxima teórica de utilización inferior a la temperatura de equilibrio estático.

### **3.2.6. VALORES CARACTERÍSTICOS DE LOS CAPTADORES**

Seguidamente se describirán las propiedades típicas de los captadores, usándose para ello curvas y valores característicos.

Una lista completa que abarque todos los valores característicos básicos es parte esencial de una descripción correcta de las propiedades de los captadores, y en el caso de que falten algunos de estos valores, será imposible la realización de cualquier análisis o la comparación de los captadores entre sí. En Europa la norma principal para la determinación de los valores característicos de los captadores se establece a partir de la norma europea UNE-EN 12975-2: 2006.

En España se ha introducido la citada norma europea y son aceptados oficialmente los resultados de los ensayos realizados por cualquier laboratorio acreditado en

Europa siguiendo esta norma. Estos ensayos deberán ser suministrados por el fabricante del captador y debe facilitarlos al proyectista.

### 3.2.6.1. Curvas de rendimiento

Una vez visto el funcionamiento del captador se va a analizar el balance energético que se produce en el mismo durante su funcionamiento.

Para realizar este estudio se considera un captador inmóvil, recibiendo la radiación solar uniforme repartida y de forma constante, y por cuyo interior circula el fluido caloportador con un caudal determinado, entrando a una temperatura y saliendo a otra temperatura superior a la de entrada, como consecuencia de haber absorbido calor a su paso por el circuito hidráulico del absorbedor. Así pues, el balance energético del captador será:

$$Q_u = Q_T - Q_P \quad (3.2.6.1.1.)$$

donde:

$Q_u$     energía útil, es decir la recogida por el fluido caloportador.

$Q_T$     energía incidente total por la radiación solar en el captador.

$Q_P$     energía perdida por disipación al exterior.

El valor de la energía incidente total  $Q_u$  será igual a la intensidad de radiación por la superficie de exposición, es decir la irradiancia  $E_g$ , y en caso de existir cubierta hay que contar con la transmitancia  $\zeta$  de la misma, que dejará pasar solamente una parte de dicha energía, y por otro lado con el coeficiente de absorción o absortancia  $\alpha$  del absorbedor, es decir:

$$Q_T = E_g \cdot S \cdot \zeta \cdot \alpha \quad (3.2.6.1.2.)$$

donde:

$E_g$  irradiancia, la potencia de la radiación solar por unidad de área en  $W/m^2$ .

$S$  superficie del colector en  $m^2$ .

$\zeta$  transmitancia de la cubierta en %.

$\alpha$  absortancia del absorbedor en %.

El cálculo de la energía perdida por disipación al exterior es más complejo debido a que se produce simultáneamente el de conducción, convección, y radiación. Para simplificar este hecho se recurre englobar estas influencias en el llamado coeficiente global de pérdidas  $U_L$ , el cual se mide experimentalmente y su valor es suministrado por el fabricante. De todos modos, es una buena aproximación valorar las pérdidas por unidad de superficie proporcionales a la diferencia entre la temperatura media de la placa del absorbedor y la del ambiente:

$$Q_P = S \cdot U_L \cdot (T_c - T_a) \quad (3.2.6.1.3.)$$

donde:

$S$  superficie del captador en  $m^2$

$U_L$  el coeficiente global de pérdidas en  $W/(m^2 \cdot K)$ .

$T_c$  temperatura media de la placa del absorbedor en K.

$T_a$  temperatura ambiente en K.

Por lo que la ecuación inicial del balance energético (Ec. 3.2.6.1.1) queda de la siguiente forma:

$$Q_U = S \cdot [E_g \cdot S \cdot (\zeta \cdot \alpha) - U_L \cdot (T_c - T_a)] \quad (3.2.6.1.4.)$$

Se da el hecho de que la temperatura media de la placa del absorbedor  $T_c$  no puede calcularse de una forma sencilla, tendríamos que medirla directamente mediante una serie de sensores colocados sobre ella. Por el contrario, sí se puede conocer con suficiente exactitud la temperatura media del fluido caloportador en el

absorbedor  $T_m$ .

Una forma muy sencilla es hallar la media de las temperaturas de dicho fluido a la entrada y a la salida del colector, como se ha expuesto ya anteriormente en Ec. 3.2.6.

Si la placa del absorbedor y los tubos por los que circula el fluido caloportador tuviesen un coeficiente de conductividad térmica infinito, entonces las temperaturas medias de fluido y placa serían iguales, pero esto en realidad nunca ocurre puesto que no todo el calor absorbido en la placa del absorbedor pasa al fluido para transformarse en energía térmica útil. Por lo que si se quiere sustituir la temperatura de la placa del absorbedor por la del fluido caloportador se deberá introducir un factor de corrección, llamado factor de eficiencia  $F_R$ . Este factor es prácticamente independiente de la intensidad de la radiación incidente, pero es función del caudal del fluido caloportador y de las características de la placa del absorbedor (material, espesor, distancia entre tubos, etc.).

Finalmente, la energía recogida por el fluido caloportador en el captador es, a partir de Ec. 3.2.6.1.4:

$$Q_U = F_R \cdot S \cdot [E_g \cdot S \cdot (\zeta \cdot \alpha) - U_L \cdot (T_m - T_a)] \quad (3.2.6.1.5.)$$

donde:

$F_R$  factor de eficiencia en %.

$T_m$  temperatura media del fluido caloportador en el absorbedor en K.

De (Ec. 3.2.6.1.5.) se puede deducir el valor del rendimiento del captador  $\eta$ , donde el rendimiento se define como el cociente entre la energía recogida por el fluido caloportador y la irradiancia solar incidente:

$$\eta = \frac{Q_U}{S \cdot E_g} = (\zeta \cdot \alpha) - F_R \cdot U_L \cdot \frac{(T_m - T_a)}{E_g} \quad (3.2.6.1.6.)$$

Por tanto, cuanto mayor sea el factor de eficiencia de un captador y menor su coeficiente global de pérdidas, mejor será su rendimiento.

Si se admite que los coeficientes  $F_R (\zeta \alpha)$  y  $F_R U_L$  son constantes, la representación de la gráfica de la expresión anterior es una recta, donde la ordenada en el origen  $F'(\zeta \cdot \alpha)$  indica el rendimiento del captador considerando solamente el valor de las pérdidas y la pendiente  $F'U$  es indicativa de las pérdidas térmicas, que dependen de la temperatura media del fluido caloportador y del ambiente.

Aunque el modelo matemático más utilizado por los fabricantes, desarrollado a partir de (Ec. 3.2.6.1.6), describe una curva característica del rendimiento de un captador introduciendo un coeficiente cuadrático de pérdidas térmicas, de la siguiente forma:

$$\eta = \eta_o - a_1 \frac{(T_m - T_a)}{G} - a_2 \frac{(T_m - T_a)^2}{G} \quad (3.2.6.1.6.)$$

Las magnitudes y símbolos relacionados con la ecuación de la curva de rendimiento cuadrática se detallan en la tabla 3.2.6.1.

Símbolo	Unidad	Descripción
$\eta$	%	Rendimiento del captador
$\eta_o$	%	Rendimiento óptico del captador
$a_1$	$W / (m^2 \cdot K)$	Coeficiente lineal de pérdidas térmicas
$a_2$	$W / (m^2 \cdot K)$	Coeficiente cuadrático de pérdidas térmicas
$T_e$	K	Temperatura de entrada del fluido caloportador
$T_s$	K	Temperatura de salida del fluido caloportador
$T_m$	K	Temperatura media del fluido caloportador en el absorbedor
$T_a$	K	Temperatura ambiente
$E_g$	$W / m^2$	Irradiancia
$F_R$	%	Factor de eficiencia del captador
$\zeta$	%	Transmitancia de la cubierta
$\alpha$	%	Absortancia del absorbedor

Tabla 3.2.6.1. Magnitudes y símbolos relacionados con la ecuación de la curva de rendimiento del captador.



Donde  $\eta_0$  representa el rendimiento óptico del captador cuando la diferencia entre la temperatura media del fluido y la temperatura ambiente sea igual a cero, o sea, el captador se halla a temperatura ambiente, anulándose los dos últimos términos de la ecuación.

Las pérdidas térmicas del captador se describen por medio de los dos coeficientes de pérdidas térmicas  $a_1$  y  $a_2$ .  $a_1$  define una variación lineal, mientras que  $a_2$  denota una variación cuadrática de las pérdidas térmicas. Se trata de una aproximación matemática al modelo físico real.

Como ya se ha dicho anteriormente la manera usual de representar  $\eta$  es la curva de rendimiento, en la que para un valor de referencia de la irradiancia en el eje de ordenadas se representa el rendimiento mientras que en el de abscisas figura la diferencia de temperaturas entre el fluido caloportador y el ambiente (Fig 3.2.6.1).

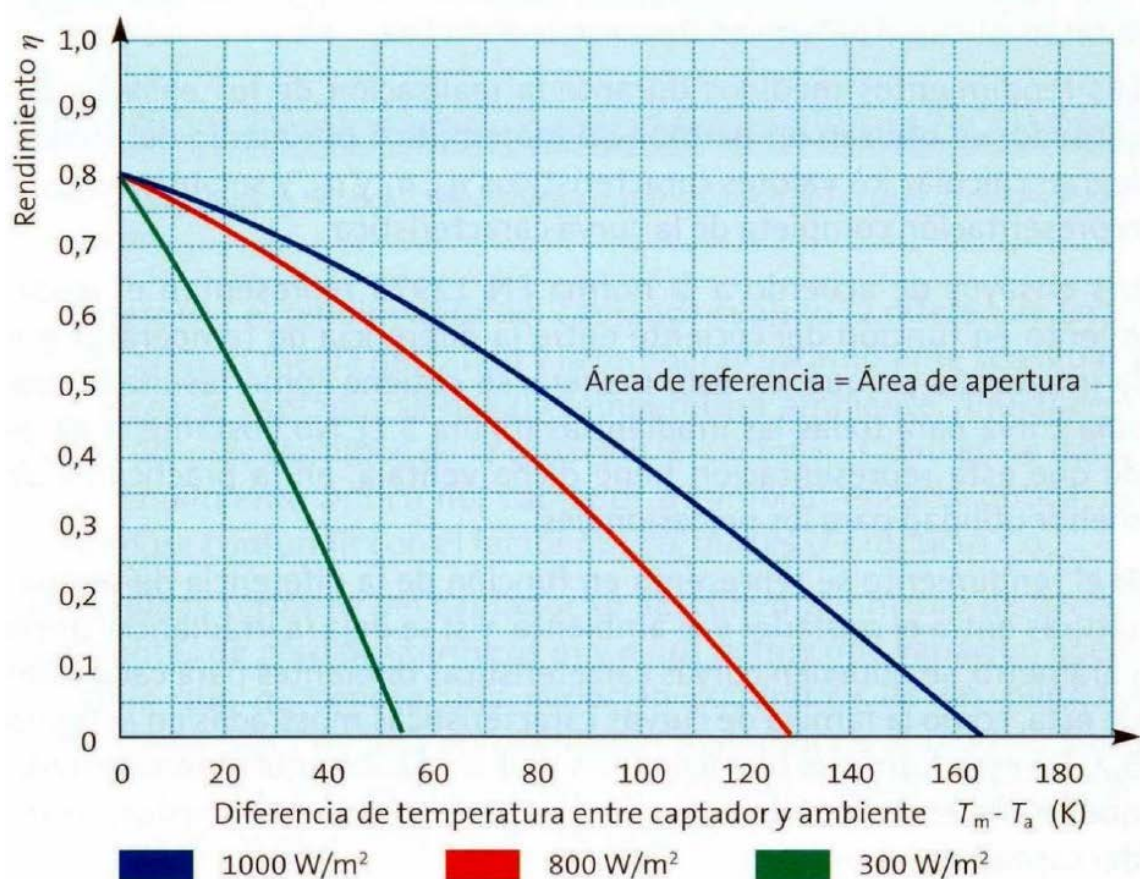


Fig 3.2.6.1 Ejemplo de rendimiento de un captador en función de la diferencia de la temperatura media del fluido caloportador en el absorbedor y la temperatura ambiente, con la irradiancia como parámetro.

La curva demuestra claramente que el rendimiento del captador se reduce si la irradiancia disminuye y si la diferencia de temperaturas, entre captador y ambiente, aumenta.

Por lo tanto, un factor importante a tener en cuenta es que cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas entre la temperatura media del fluido caloportador en el absorbedor y la temperatura ambiente, mayores serán también las pérdidas térmicas y por lo tanto menor la cantidad de energía útil que se podrá aprovechar.

Esto significa que el rendimiento disminuye a medida que la temperatura del captador aumenta en exceso. Por ello es importante hacer trabajar a los captadores a la temperatura más baja posible, siempre que sea compatible con la temperatura mínima necesaria para su utilización, sino la instalación producirá un exceso de producción energética corriendo a la vez serio peligro de sobrecalentarse; de ahí las indicaciones que se dan en el Código Técnico de Edificación (CTE):

Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

1. Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).
2. Tapado parcial del campo de captadores; en este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
3. Vaciado parcial del campo de captadores; esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

4. Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.
5. Captador solar especial para piscinas estivales: fabricado de materiales plásticos, sin cubierta transparente protectora, ni aislamiento térmico posterior. Muestra un buen rendimiento en zonas de funcionamiento correspondientes a un salto térmico pequeño y en periodos con buenos niveles de radiación. Para esta tecnología el valor típico de los parámetros de los captadores es  $(\eta_0, U_L) = (90\%, >10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$ .
6. Captador plano con cubierta de vidrio: especialmente adecuado para aplicaciones de temperaturas medias (ACS y calefacción), durante todo el año y con niveles de radiación medios. Para esta tecnología mostramos los rangos típicos de parámetros de captadores de calidad que van desde  $(\eta_0, U_L) = (90\%, 6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$  hasta  $(80\%, 4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$ .
7. Captadores planos con cubiertas de vidrio antireflexivo (AR) y captadores de tubo de vacío: captadores especialmente adecuados para trabajar en aplicaciones con un salto térmico elevado, en lugares con bajos niveles de radiación o cuando hay limitaciones en el espacio disponible para colocar los captadores solares y/o se desean maximizar los rendimientos solares. Para la tecnología de captadores de vacío los parámetros de los captadores son del rango de  $(\eta_0, U_L) = (75\%, <3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$ , los planos con cubierta antireflexiva  $(\eta_0, U_L) = (85\%, 4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$ .

### 3.2.6.2. Pérdidas energéticas en el captador

En figura 3.2.6.2. se muestran los principales intercambios energéticos en un captador solar térmico.

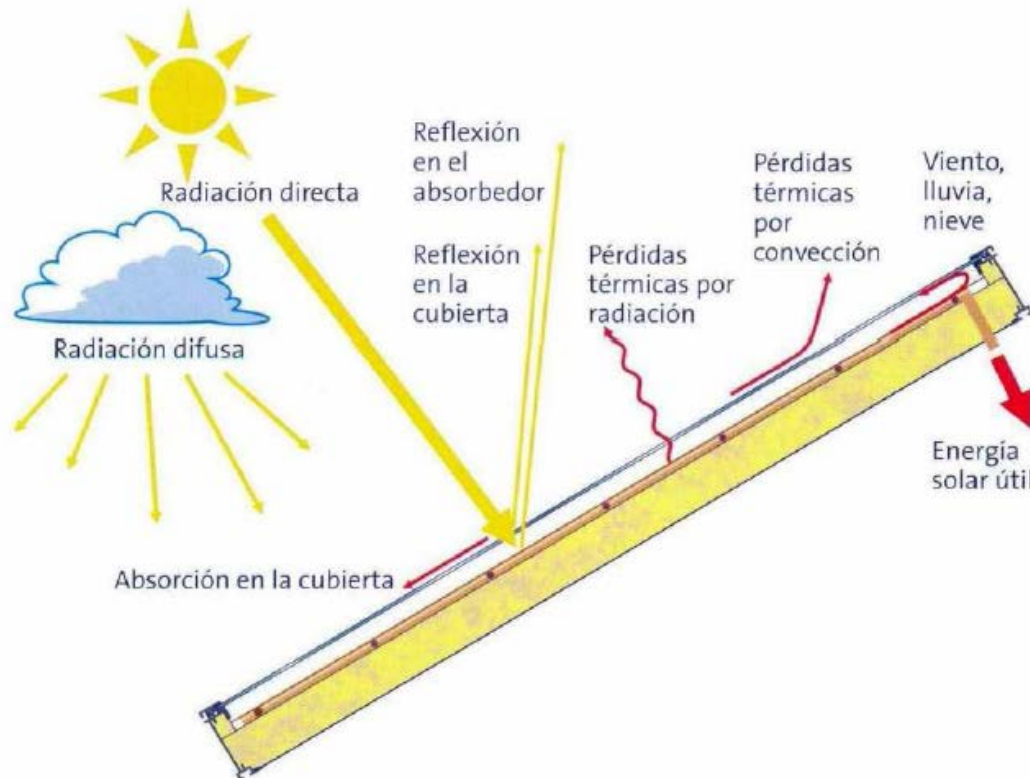


Fig 3.2.6.2.1. Pérdidas ópticas y térmicas de un captador.

De donde se pueden deducir las siguientes pérdidas:

#### 1. Pérdidas ópticas:

por reflexión, del 4-6% de la irradiancia incidente, dependiendo del tipo de vidrio. Si la cubierta transparente no es vidrio, la reflexión puede ser muy diferente.

#### 2. Pérdidas térmicas:

Básicamente las mayores pérdidas térmicas en un captador solar se producen por la cara anterior (cubierta transparente) en aproximadamente un 80 % del total de las pérdidas. El resto se pierde por la cara posterior y los laterales dependiendo del aislamiento térmico que se incorpore y de las condiciones de temperatura y velocidad del viento exterior.

En la figura 3.2.6.2.2. se puede observar los porcentajes aproximados de los flujos energéticos en un captador solar. Se calcula aproximadamente que un 60% de la radiación solar es aprovechada por el absorbente. El 40 % restante se pierde por diferentes fenómenos.

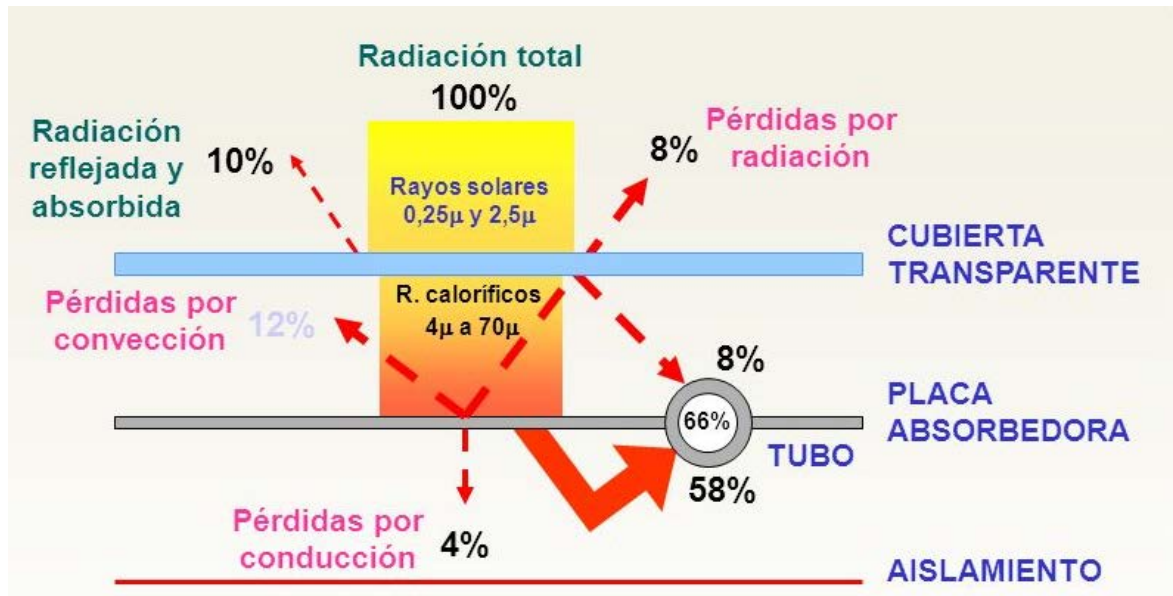


Fig. 3.2.6.2.2. Flujos energéticos en un captador solar.

La transmitancia  $\zeta$  de la cubierta del captador depende de las propiedades del vidrio solar, como la mayor o menor absorción de la radiación en el mismo, y de la reflexión en superficie. Si un rayo incide verticalmente sobre la superficie del vidrio, éste sólo reflejará una pequeña parte de la radiación. Sin embargo, cuanto más rasante sea el ángulo de incidencia, mayor será la reflexión. Con una incidencia paralela al vidrio, la transmitancia será cero y el vidrio actuará como un espejo.

### 3.2.6.3. Otros valores característicos del captador

#### 3.2.6.3.1. Capacidad térmica

La capacidad térmica  $C$ , del captador se determina en los ensayos de acuerdo a (UNE-EN 12975-2), y es una medida de inercia térmica y, por consiguiente, de la rapidez de respuesta del captador durante el calentamiento y el enfriamiento. Una capacidad térmica baja es ventajosa para las condiciones climáticas típicas en Europa Central.

### **3.2.6.3.2. Pérdida de carga del captador**

La pérdida de carga es un factor importante a tener en cuenta en el diseño del circuito hidráulico del absorbedor, puesto que es la pérdida de presión que sufren los fluidos en su circulación a través de las tuberías de éste. Son debidas a las fricciones de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las contiene.

Se podría hacer un símil entre el paso de la corriente eléctrica a través de una resistencia con el de un fluido por una tubería con una determinada pérdida de carga, disminuyendo su flujo al aumentar la pérdida de carga.

La pérdida de carga de un captador se determina para diferentes caudales en el marco de los ensayos según (UNE-EN 12975-2). Esta prueba se lleva a cabo generalmente usando agua, por lo que los valores obtenidos han de adaptarse a las mezclas con anticongelantes que se usan para los circuitos primarios como fluido caloportador.

### **3.2.6.3.3. Temperatura de estancamiento**

Si el captador se expone a una irradiancia constante de  $1000 \text{ W / m}^2$  y a una temperatura ambiente de  $30^\circ\text{C}$  sin que circule fluido por el circuito primario (fluido estancado), hasta que se alcance el equilibrio entra la energía incidente y las pérdidas térmicas, la temperatura máxima que se obtiene en este caso se denomina temperatura de estancamiento. En caso de temperaturas ambientes superiores a  $30^\circ\text{C}$ , la temperatura de estancamiento también será superior.

En la curva de la figura 3.2.6.1 la diferencia de temperaturas entre el absorbedor en estado de estancamiento y el ambiente puede hallarse en la intersección de la curva característica para la irradiancia de  $1000 \text{ W / m}^2$  con el eje de abscisas.

### 3.2.7. CONEXIONADO DE CAPTADORES

En el conexionado de los captadores se pretende alcanzar un flujo uniforme a través de cada uno de ellos. De esta manera, cada captador podría operar con el mayor rendimiento, evitando que se formen zonas con un flujo muy débil y, por lo tanto, áreas inútiles.

#### 3.2.7.1. Conexionado en paralelo

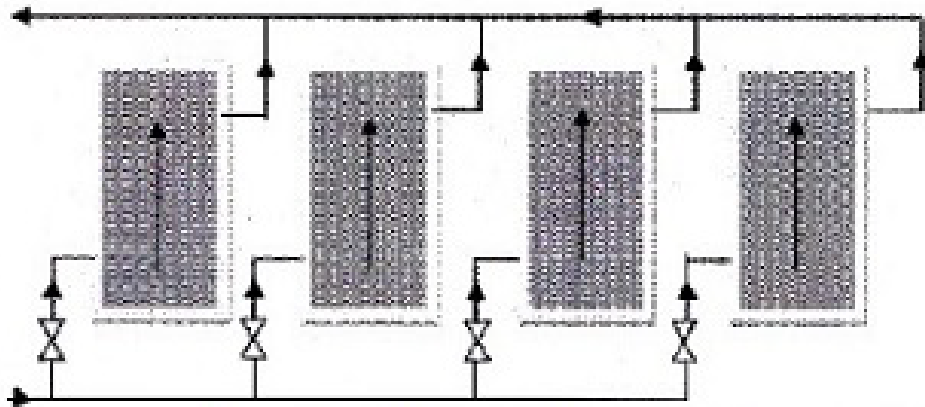


Fig. 3.2.7.1. Conexionado en paralelo.

En el caso de conexionado en paralelo (figura 3.2.7.1.), se ha de alcanzar un caudal idéntico en cada uno de los captadores. Además, hay que observar las indicaciones sobre el caudal mínimo del captador establecidas por el fabricante para evitar las zonas sin circulación y asegurar un flujo uniforme. Según el diseño interno del absorbedor, es decir del circuito hidráulico, el caudal específico de diseño de la mayoría de captadores suele situarse entre 20 y 80 litros por hora y metro cuadrado de superficie de captación.

El caudal específico de un campo de captadores se define como el cociente entre el caudal total que circula por el campo solar y la superficie total de captación. Si todos los captadores están conectados en paralelo, el caudal total de diseño es igual al producto del caudal específico del campo solar y la superficie total de captación.



En el conexionado en paralelo la pérdida de carga del campo de captadores es bastante pequeña, puesto que la pérdida de carga de los captadores individuales y la pérdida de carga de las tuberías de conexión correspondientes no se suman. Pero, por otro lado, se observa un caudal total relativamente alto.

### 3.2.7.2. Conexionado en serie

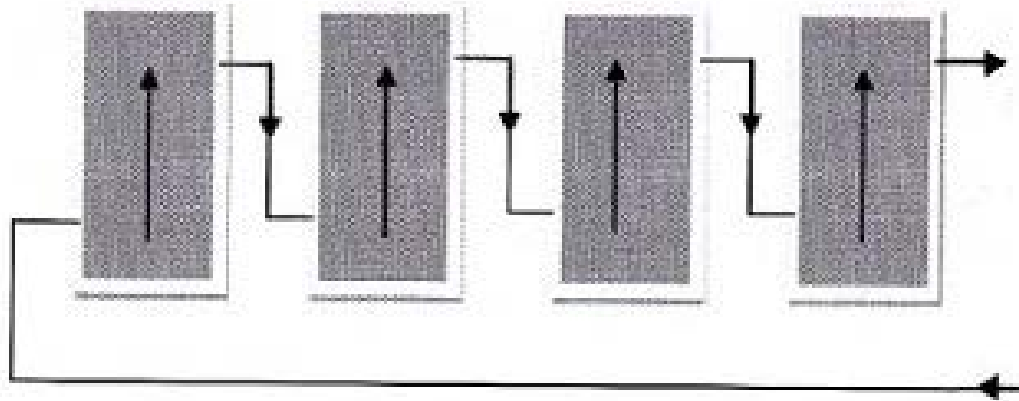


Fig. 3.2.7.2. Conexionado en serie

En caso de un conexionado en serie, el fluido de trabajo circula de manera consecutiva a través de los captadores. Esto significa que por cada uno de los captadores circula el mismo caudal, que equivale al caudal total del campo solar.

Este tipo de conexionado permite la operación de un campo de captadores con caudales específicos bastante reducidos, lo que es deseable en las instalaciones de bajo flujo (low flow).

El caudal específico de un campo de captadores se define como el cociente entre el caudal total que circula por el campo solar y la superficie total de captación.

El conexionado en serie tiene sus límites. Dicho límite depende en gran parte del diseño del circuito hidráulico del absorbedor (serpentín, parrilla simple o parrilla doble). Con el propósito de mantener las pérdidas de carga en un marco de límites aceptable, se suelen utilizar captadores con absorbedores en forma de parrilla para



su conexionado en serie.

Por consiguiente, las conexiones en serie se caracterizan por tener un caudal total relativamente bajo, así como una pérdida de carga elevada, debido a que las pérdidas de carga de los captadores individuales conectados en serie se suman.

Es por este motivo que no se recomienda por los fabricantes conectar en serie más de 5 captadores

### 3.2.7.3. Combinación serie-paralelo

Los captadores planos modernos son más apropiados para un conexionado en serie debido a las mejoras de rendimiento al trabajar a temperaturas elevadas y bajo caudal.

Esto puede ser de gran utilidad en ciertas aplicaciones, como por ejemplo en estratificaciones de temperatura en el acumulador solar, estrategia que se estudiará más adelante.

En el apartado 3.2.7.3. ya se mencionó el hecho de que el número de captadores que pueden conectarse en serie es limitado. Por este motivo, en caso de instalaciones de gran tamaño, se elige una combinación de conexiones mixtas en serie y paralelo. Se crea, por tanto, un compromiso de los dos montajes tal como muestra la figura 3.2.7.3.

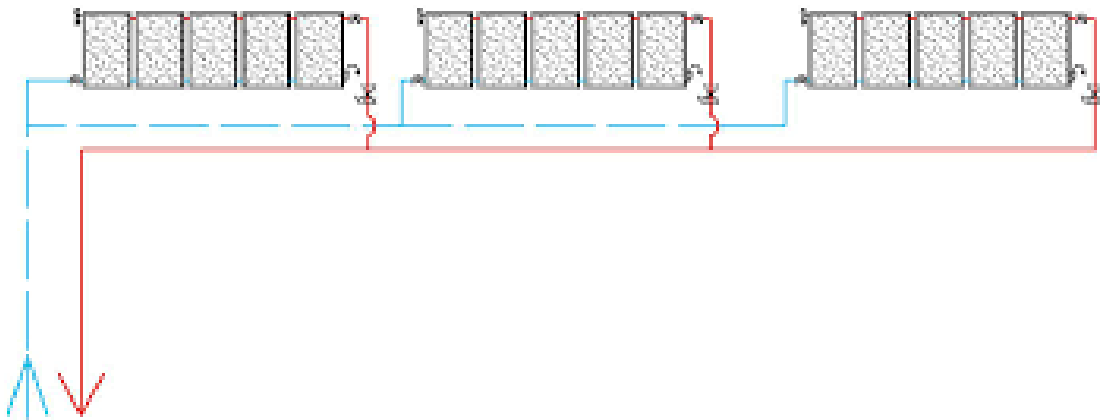


Fig. 3.2.6.3. Conexionado en serie-paralelo.

### **3.2.8. CRITERIOS DE SELECCIÓN**

Los criterios básicos para seleccionar un captador solar para una aplicación son:

1. Productividad energética: Las ordenanzas solares no requieren un tamaño específico de la instalación solar si no un ahorro energético solar determinado.
2. Coste de la instalación completa: Incluyendo los captadores solares y la red de tuberías, intercambiadores, acumuladores, mano de obra, etc, requeridos por esos captadores.
3. Durabilidad y calidad: Para producir el ahorro energético durante muchos años.
4. Posibilidades de integración arquitectónica: Para un resultado estético y un aumento de valor del edificio.
5. Sencillez de mantenimiento: Reduciendo los costes de operación.
6. Fabricación y reciclado no contaminante: Protegiendo el medio ambiente.

Los elementos tecnológicos que determinan la productividad a largo plazo de un captador solar son:

7. El tipo de acabado de los absorbentes del captador y sus propiedades ópticas de absorción solar y emisión térmica.
8. Las propiedades de transferencia de calor desde el absorbente al fluido de trabajo en función de su caudal de circulación: material del absorbente, tipo de soldadura con el conducto por el que circula el fluido; diámetros, espesores y distancias entre estos conductos.
9. Las propiedades ópticas y de resistencia mecánica de la cubierta del captador: cuanto mayor sea la transmisividad solar, mejor.

10. Las características térmicas e higroscópicas de los aislamientos, función del material y de su espesor.

11. La hermeticidad de las uniones entre la cubierta solar y el cofre su capacidad de absorber impactos y la rigidez y estabilidad del cofre.

La productividad del captador influye en la productividad a largo plazo del sistema solar directamente, y a través de su influencia, en la selección del resto de componentes (intercambiadores, acumuladores, tuberías, etc.) en combinación con el caudal de diseño de los circuitos hidráulicos. No hay que olvidar que lo realmente importante es la productividad a largo plazo del sistema y no sólo el rendimiento instantáneo del captador. En ese sentido los aspectos a cuidar con especial cuidado, además de los parámetros del captador, son:

12. Criterios de diseño: especialmente la cobertura solar de diseño, pues define los niveles de rendimiento alcanzables.

13. Caudal: por su influencia en la estratificación en el acumulador solar y en la selección de tuberías, bombas e intercambiadores.

14. Intercambiador: por su influencia en el rendimiento a través del aumento de la temperatura de trabajo del captador que puede provocar si no se dimensiona adecuadamente, con la consiguiente penalización del rendimiento solar.

15. Tuberías: por su influencia en las pérdidas térmicas y en las pérdidas de carga del circuito en función de su longitud, diámetro y aislamiento.

16. Almacenamiento: por su influencia en el rendimiento, ya que la temperatura en su parte inferior marca la temperatura de trabajo del captador como resultado de su volumen y el nivel de estratificación térmica que presente.

17. Sistema de control y elementos de seguridad: ya que determina los tiempos de operación. Fundamental para un correcto funcionamiento del sistema.

### **3.2.9. SUBSISTEMA DE ACUMULACIÓN**

Es evidente la necesidad de disponer de un sistema almacenamiento que haga frente a la demanda en momentos de insuficiente radiación solar; la forma más sencilla y habitual de almacenar energía es mediante acumuladores de agua caliente, los cuales suelen ser de acero negro, acero inoxidable, aluminio o fibra de vidrio reforzado.

El diseño de los depósitos debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Forma y disposición del depósito.
2. Sin intercambiador o con intercambiador incorporado (normalmente en serpentín).
3. Resistencia del conjunto a la máxima presión y temperatura.
4. Tratamiento interno de esmalte si el acumulador es de ACS. Este tratamiento no será necesario si el depósito es de inercia, es decir, que el agua que contiene el acumulador no es de consumo, como será el caso de este trabajo.
5. Aislamiento y su protección para evitar pérdidas de calor.
6. Situación de conexiones de entrada y salida.
7. Medidas para favorecer la estratificación y evitar la mezcla de temperaturas.
8. Previsión de corrosiones y degradaciones.

La forma de los mismos suele ser cilíndrica, siendo la altura mayor que el diámetro, haciendo de esta manera que se favorezca el fenómeno de la estratificación: al disminuir la densidad del agua por el aumento de la temperatura, cuanto mayor sea la altura del acumulador mayor será la diferencia entre la temperatura en la parte superior e inferior del mismo, es decir mayor será la estratificación (figura 3.2.9.).

La ventaja de este fenómeno es que mejora el rendimiento de la instalación ya que el agua más caliente se sitúa en la parte más alta del acumulador y es la que va al servicio (ACS), mientras que el agua que retorna al captador es la más fría con lo cual el captador es más eficiente.

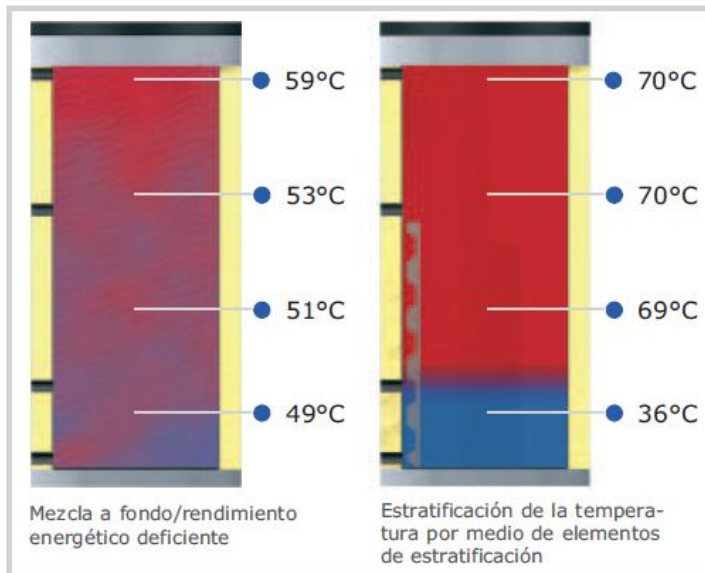


Fig. 3.2.9. Estratificación de la temperatura del agua en el acumulador.

Los principales problemas encontrados en el funcionamiento de los depósitos son:

1. Pérdidas de rendimiento por excesivas pérdidas de calor generadas por un aislamiento defectuoso.
2. Pérdidas de rendimiento por la aparición de caminos preferentes del fluido, debidos a un diseño defectuoso de las conexiones de entrada y salida.
3. Degradación del tratamiento de protección interior y perforación del tanque por corrosiones de las paredes internas. Los problemas de corrosión se producen por el efecto del exceso de temperatura, por sales disueltas en el agua y la aparición

de pares galvánicos. Se llama par galvánico al formado por dos partes distintas de una superficie metálica -en este caso el acumulador-, que en contacto con un

electrolito -en este caso el agua- tienen una diferencia de potencial. Por tanto, el potencial más negativo (ánodo) se corroe, mientras que el potencial menos negativo (cátodo) no sufre corrosión. Una forma de evitar este problema es insertando protección catódica en el acumulador mediante un ánodo de sacrificio (por ejemplo, de magnesio).

### **3.2.10. SUBSISTEMA DE TERMOTRANSFERENCIA**

El Subsistema de termotransferencia está formado por aquellos elementos de la instalación encargados de transferir la energía captada en los captadores solares hasta el depósito de acumulación de agua. Entre los elementos que pertenecen a este grupo están:

1. El intercambiador.
2. Las tuberías.
3. El fluido caloportador.
4. Otras piezas encargadas del transporte del calor y de su control y seguridad durante su transporte (bombas de circulación, vaso de expansión, etc.)

Según el sistema de termotransferencia las instalaciones se clasifican en dos grupos: transferencia térmica directa o indirecta (figura 3.2.10.). En el caso de este trabajo se propone un sistema indirecto, que es el más común. Esto implica que existe un intercambiador térmico tal que el fluido del primario no está en contacto con el circuito secundario o el agua de consumo.

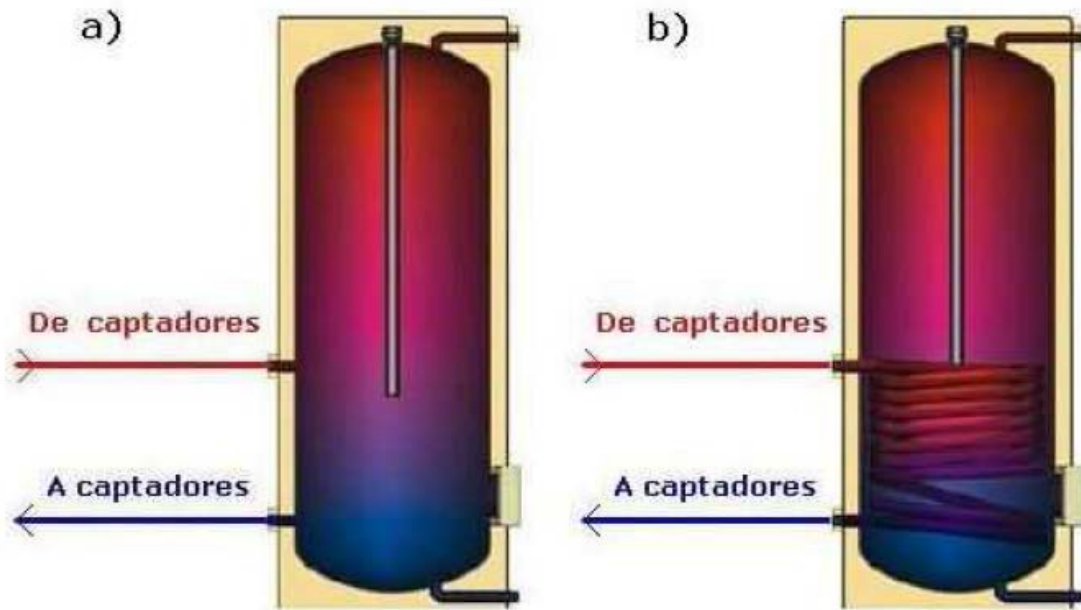


Fig. 3.2.10. Sistema directo (a) e indirecto con intercambiador de serpentín (b).

La decisión de optar por un sistema de circulación indirecta se basa en los problemas que presentan los sistemas directos, como son el no poder añadir anticongelantes ni otros aditivos en el fluido caloportador del circuito de captadores, con el consiguiente riesgo de congelación, un mayor riesgo de vaporizaciones, incrustaciones y corrosiones en el circuito. Además, el hecho de que todo el circuito trabaje a la presión de la red no suele ser admisible por la mayoría de los captadores, puesto que soportan presiones inferiores.

### 3.2.10.1. INTERCAMBIADOR

Al decantarse por un sistema de termotransferencia indirecto, es necesario disponer de un intercambiador de calor que transfiera la energía almacenada en el fluido caloportador del circuito primario al ACS o al agua proveniente del acumulador de inercia.

El parámetro que define básicamente a un intercambiador es la eficacia de intercambio, que se define como la relación entre la potencia térmica intercambiada y la máxima que teóricamente podría intercambiarse. Para un caudal de fluido caloportador determinado, la eficacia es una constante que dependerá de la

superficie de intercambio, de su forma y del material empleado.

Cuanto menor sea la eficacia mayor será la temperatura que retorna a los captadores y por tanto menor será el rendimiento de la instalación solar.

En el mercado se encuentran generalmente dos tipos de intercambiadores para instalaciones solares (figura 3.2.10.1.1. y figura 3.2.10.1.2.). Para hacer el intercambio de calor dentro del propio acumulador suelen utilizarse intercambiadores internos de serpentín. Pero cuando el campo de captación grande ( $>25\text{m}^2$ ), y por lo tanto se generará una alta transferencia térmica, se emplean intercambiadores externos de placas al acumulador pues tienen una superficie útil de intercambio mayor.



Fig. 3.2.10.1.1. Intercambiador interno de serpentín (a)

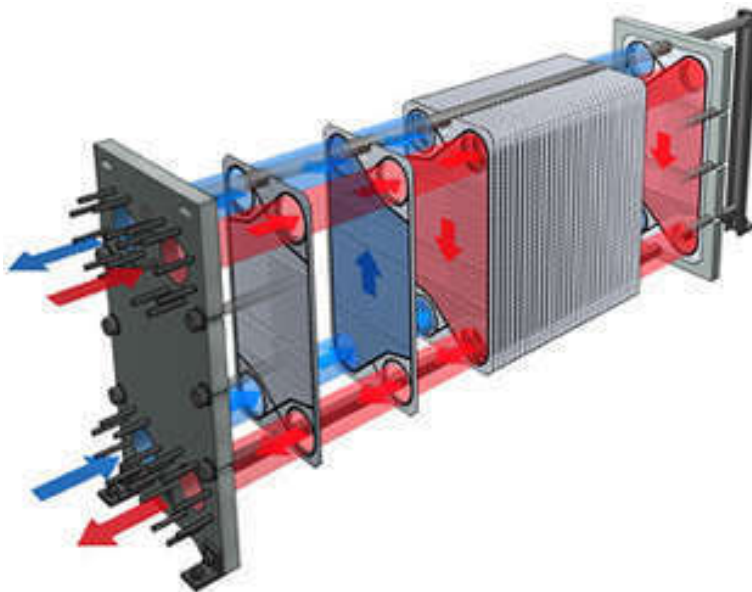


Fig. 3.2.10.1.2. externo de placas (b)



Para el caso de intercambiadores internos al acumulador la eficacia es:

$$\varepsilon = \frac{T_E - T_S}{T_E - T_{ACUM}} \quad (3.2.10.1.1.)$$

donde:

$T_E$  temperatura de entrada del fluido caloportador.

$T_S$  temperatura de salida del fluido caloportador.

$T_{ACUM}$  temperatura del agua en el acumulador.

En el caso de intercambiadores externos de placas, la expresión de la eficacia es la siguiente:

$$\varepsilon = \frac{T_{SS} - T_{ES}}{T_{EP} - T_{ES}} \quad (3.2.10.1.2.)$$

donde:

$T_{SS}$  temperatura de salida del intercambiador del circuito secundario.

$T_{ES}$  temperatura de entrada al intercambiador del circuito secundario.

$T_{EP}$  temperatura de entrada al intercambiador del circuito primario.

Los fabricantes de intercambiadores aconsejan que la eficacia del intercambiador seleccionado para la instalación sea igual o mayor a 0,8 (80%).

### 3.2.10.2. TUBERÍAS

Los posibles materiales a usar en las conducciones o tuberías son: el cobre, el acero inoxidable, el hierro negro y los plásticos. El cobre es el material más aconsejable por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a la corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad, además de ser económicamente muy competitivo. Será el material que se utilizará en la instalación.

Con el fin de evitar pérdidas térmicas la longitud de tuberías será lo más corta posible y los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima de un 1% en el sentido de la circulación tal y como se indica en (CTE).

En el diseño del circuito hidráulico se evitarán las pérdidas de carga siempre que sea posible y se deberán distinguir dos tipos de pérdidas de cargas:

1. Pérdidas de carga lineales: son las que se producen a lo largo de toda la tubería o conducto. Éstas disminuirán al aumentar el diámetro de tubería.
2. Pérdidas de carga singulares: son las que se producen en los equipos y accesorios. Éstas disminuirán evitando codos, válvulas, etc.

Por otra parte, el diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

Las uniones de los grupos de captadores a las tuberías del circuito primario deben realizarse de modo que las dilataciones del material no produzcan esfuerzos en los puntos de unión, por ejemplo, mediante la utilización de tubos flexibles de malla de acero inoxidable.

### **3.2.10.3. FLUIDO CALOPORTADOR**

Es el fluido que circula por el circuito primario. Se encarga de transportar la energía térmica adquirida en los captadores para transferirla en el intercambiador al circuito secundario. Habitualmente son cuatro tipos de fluido caloportador que se utilizan:

- Agua (en sistemas directos).
- Agua con adición de anticongelante (propilenglicol o etilenglicol).
- Fluidos orgánicos.
- Aceites de silicona.

La solución más generalizada es la de agua con anticongelante para ofrecer protección contra las heladas. Esta agua podrá ser de la red de suministro, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. El anticongelante a considerar suele ser propilenglicol o de etilenglicol. Hay que tener en cuenta las diferencias de las propiedades físicas que va a haber entre el agua y el anticongelante: viscosidad, dilatación, estabilidad, calor específico o temperatura de ebullición.

En cualquier caso, hay que recordar que la legislación obliga a asegurar la imposibilidad de mezcla entre el fluido caloportador con aditivos y el agua de consumo. Este será el principal motivo por el cual el circuito primario será independiente del circuito secundario en el presente trabajo, además de otros aspectos técnicos.

Para compensar posibles pérdidas de fluido caloportador en el circuito primario, se considerará un sistema de llenado a través del vaso de expansión cerrado (que se encontrará en la zona de aspiración de la bomba junto a la salida del circuito primario del acumulador) que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado siempre que sea necesario.

#### **3.2.10.4. BOMBAS CIRCULATORIAS**

Se utilizarán bombas circulatorias para vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por el circuito en instalaciones de circulación forzada, tanto en el circuito primario como en el secundario, y en el circuito de distribución si existiera. Entre los diferentes tipos de bombas se opta generalmente, para instalaciones solares, por las de rotor encapsulado (figura 3.2.10.4.).

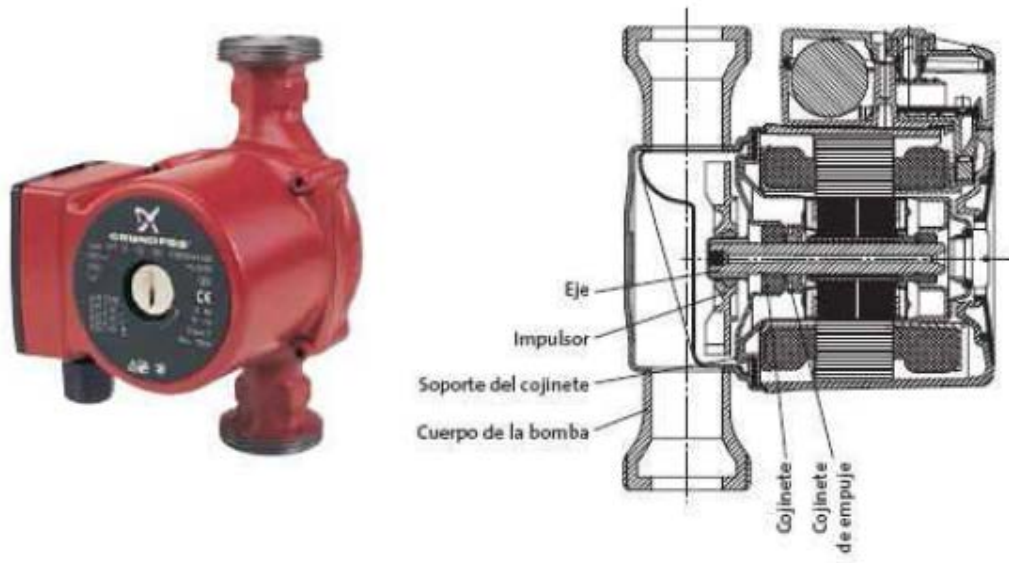


Fig. 3.2.10.4. Detalle de una bomba circulatoria para instalación solar.

En instalaciones de un considerable tamaño (>50m<sup>2</sup> de captación) es obligada la instalación de otra bomba idéntica y en paralelo con ésta para evitar la parada de la instalación por avería o mal funcionamiento de la bomba. (CTE)

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido caloportador utilizado. Y siempre se instalarán en la parte más fría del circuito hidráulico. (CTE)

La bomba debe elegirse a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación y la altura manométrica en el punto de trabajo, H.

La altura manométrica es la energía que la bomba debe entregar al líquido para compensar las pérdidas de carga. En el circuito primario éstas vienen determinadas por:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías (incluidas las pérdidas de carga singulares de los accesorios).
- La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador (serpentín).

- La pérdida de carga de los captadores solares.

#### **3.2.10.5. VASO DE EXPANSIÓN**

El vaso de expansión es un depósito dividido en dos partes por medio de una membrana elástica. A un lado de la membrana está el fluido caloportador y en el otro aire o un gas inerte a la presión de trabajo. La presión inicial viene establecida por el fabricante y se puede ajustar posteriormente en la instalación.

La función de un vaso de expansión es compensar los cambios de volumen del fluido caloportador, ocasionados por la formación de vapor de este, cuando los captadores están en situación de estancamiento.

Esta situación es muy habitual en periodos estivales donde se producirán excesos de energía solar con mucha frecuencia, con lo que el paro de bomba del circuito primario también será frecuente.

La formación de vapor en el interior de los captadores desplazará el fluido caloportador que contiene. Si el fluido es absorbido por un vaso de expansión bien dimensionado no habrá ningún problema. Si no fuera así, al aumentar la presión del circuito, sería imposible evitar el escape del fluido caloportador a través de la válvula de seguridad.

Este proceso se puede observar en la figura 3.2.10.5.1.

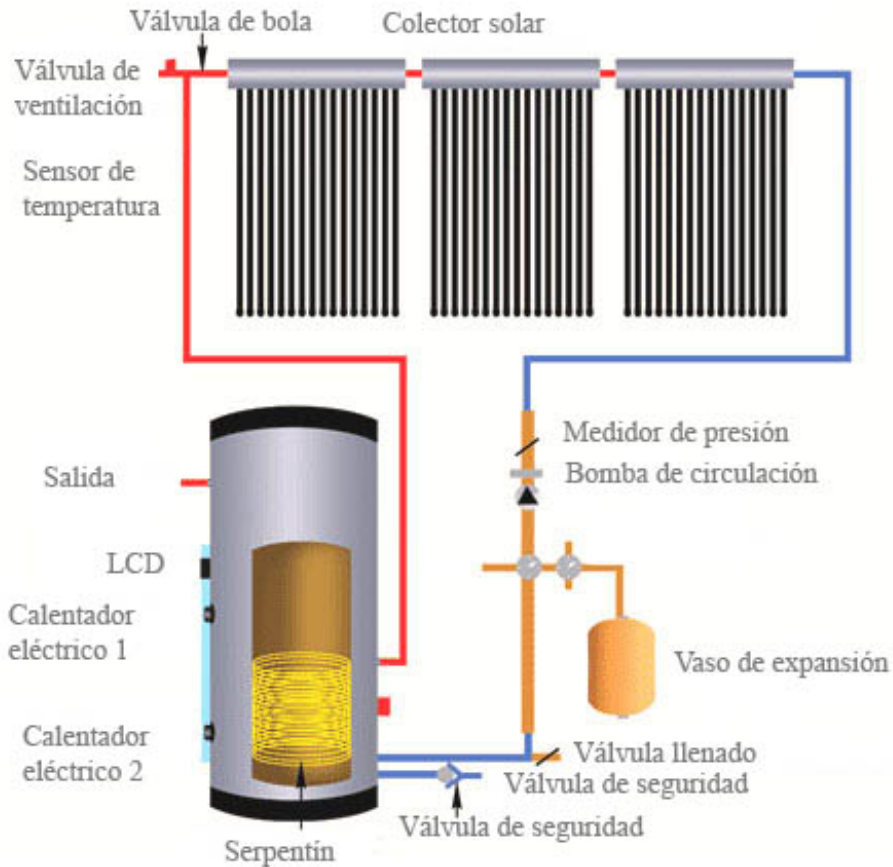


Fig. 3.2.10.5.1. Situación de estancamiento generándose vapor en los captadores. El fluido está siendo absorbido por el vaso de expansión.

El procedimiento de actuación del vaso de expansión es el siguiente (figura 3.2.10.5.2.): al calentarse el captador en situación de estancamiento, y por lo tanto al aumentar la presión, una parte del fluido entra en el vaso de expansión empujando la membrana y comprimiendo el nitrógeno que hay dentro de éste. Cuando el sistema se enfría, el fluido regresa al circuito (estado de entrega). De esta manera, el vaso de expansión sirve también para mantener la presión en el circuito dentro del rango de presiones admisibles y siempre por encima de la atmosférica, impidiéndose así la introducción de aire en el circuito cuando el sistema vuelve a enfriarse.

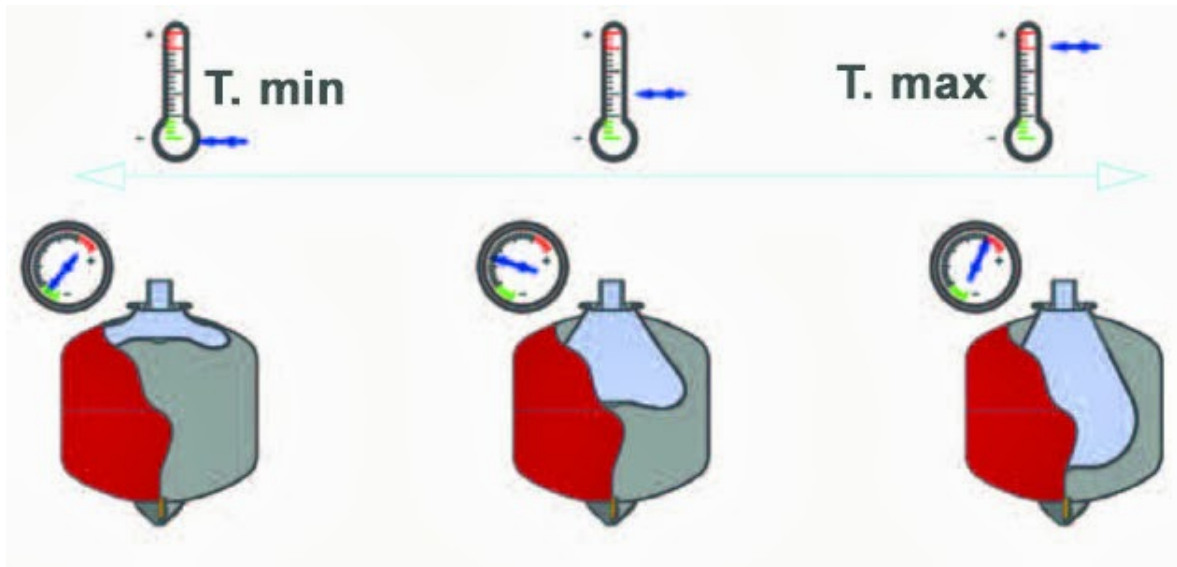


Fig. 3.2.10.5.2. Funcionamiento del vaso de expansión.

### 3.2.11. SUBSISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL

La regulación y control de una instalación solar consiste en la puesta en marcha y la detención de las bombas de circulación en función de las condiciones existentes en cada momento. Se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.

Las funciones de un sistema de regulación y control son:

1. El control del proceso de carga, que tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y transferirla al acumulador solar de manera eficaz.
2. El control del proceso de descarga, cuya tarea es garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

Para realizar estas funciones se emplean termostatos diferenciales (reguladores) con sondas de temperatura. Un ejemplo de funcionamiento básico sería el que se describe en la figura 3.2.11.

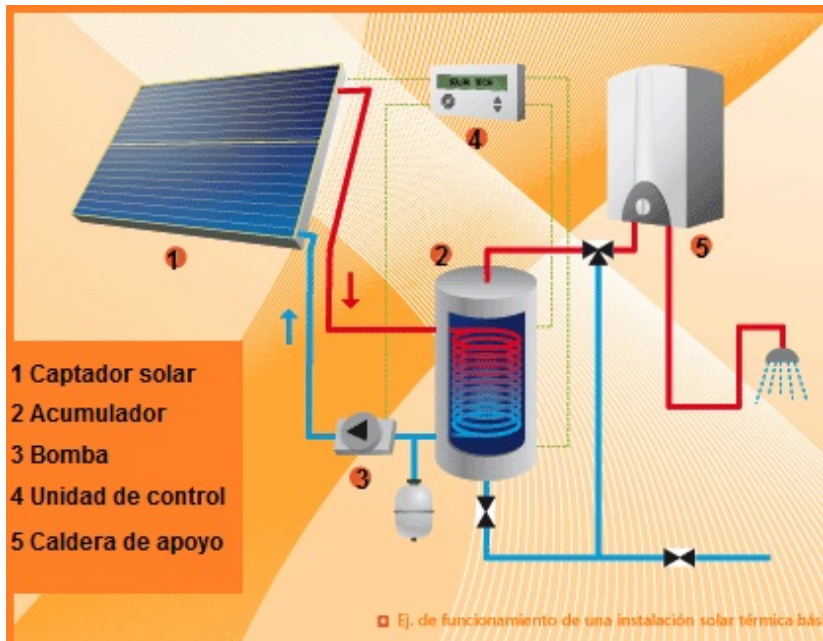


Fig. 3.2.11. Ejemplo de regulación de una instalación solar.

La sonda de temperatura T1 (parte caliente) se sitúa a la salida del último del grupo de captadores, de modo que su lectura sea la temperatura en los captadores. La sonda T2 (parte fría) se sitúa en la parte inferior del acumulador solar. En el caso de que exista más de un acumulador solar, se situará en el depósito que parta la conexión de ida hacia los captadores.

El regulador pone en marcha la bomba cuando la temperatura de la sonda T1 supera en  $6^{\circ}\text{C}$  la temperatura de la sonda T2 situada en el acumulador. Y lo detiene cuando la diferencia es inferior a  $2^{\circ}\text{C}$ .

Estas diferencias de temperatura entre T1 y T2 para la puesta en marcha y detención de la bomba se establecen para compensar las posibles pérdidas energéticas en las tuberías del circuito primario. Pueden ajustarse con la instalación en funcionamiento y establecerse otros saltos térmicos diferentes a  $6^{\circ}\text{C}$  y  $2^{\circ}\text{C}$ .

La bomba del circuito de distribución de agua precalentada se regulará mediante un termostato diferencial, con una sonda situada en la parte superior del



acumulador (parte caliente) y otra sonda instalada en la tubería de retorno del circuito de distribución (parte fría). Los saltos térmicos serán los mismos que los establecidos en el circuito primario.

Existen diversos reguladores de instalaciones solares en el mercado que incorporan además otras funciones como la limitación de temperatura en el acumulador, la puesta en marcha cuando se detecta una temperatura en el circuito primario próxima a la congelación, o la apertura o cierre de contactos adicionales. Respecto a la limitación de la temperatura del acumulador solar, debe elegirse un valor que se adecue a las condiciones de funcionamiento del depósito, teniendo en cuenta que, a mayor temperatura se acumule mayor será la estratificación. En general, el recubrimiento interior de los acumuladores de ACS es un esmalte que puede soportar temperaturas máximas de unos 60°C, o hasta 70°C si el calentamiento es esporádico. En cambio, los acumuladores de inercia, al no estar esmaltados, son capaces de soportar temperaturas de unos 90°C.

### **3.2.12. SUBSISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR**

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar tal y como se indica en (CTE).

El sistema de energía auxiliar debe ser capaz de mantener el nivel de confort del servicio de ACS en condiciones de temperatura variable procedente de la instalación solar. Está compuesto por una caldera o calentador, que pueden ser centralizados o individuales, y en algunos casos puede estar complementado por otros componentes externos para adaptar su comportamiento a los requerimientos del sistema solar escogido.

El equipo seleccionado debe ser apto para ser conectado con una instalación solar, debiendo reunir las siguientes características:

1. Adaptar su potencia a las necesidades de cada momento, teniendo en cuenta la temperatura de entrada del agua procedente del sistema solar.

2. Soportar la entrada de agua caliente a la temperatura de salida del acumulador solar.
3. Dar prioridad al aprovechamiento de la energía solar frente a su consumo propio (gas, electricidad, etc.).
4. La potencia del equipo debe elegirse del mismo modo que si la vivienda no dispusiera de una instalación solar, ya que el equipo ha de ser capaz de cubrir la totalidad de la demanda energética cuando no haya captación solar.

### **3.2.13. OTROS ELEMENTOS**

#### **3.2.13.1. VÁLVULAS**

En la instalación se prevé la instalación de diferentes válvulas que ayudarán a una regulación y transporte correcto del fluido caloportador del circuito primario. Los diferentes tipos de válvulas que estarán presentes en la instalación son:

- Válvula grifa: tipo de válvula o llave terminal que se utilizará en el vaciado de la instalación.
- Válvula de corte: tipo de válvula cuya función evidente es la de cortar los circuitos.
- Válvula de retención: tipo de válvula conocida normalmente como antirretorno, se suele colocar en las entradas de los acumuladores y delante de la bomba para evitar las posibles circulaciones invertidas del fluido.
- Válvula de seguridad: válvula con un valor prefijado de presión, normalmente a 6 bar, que se abre cuando la presión del circuito sobrepasa este valor. Se emplea como medida de seguridad en caso de sobrepresiones que puedan dañar la instalación.

- Válvula de equilibrado: válvula encargada realizar un correcto equilibrado hidráulico, de manera que a cada batería de captadores le llegue el caudal de diseño. Cuando una instalación no está equilibrada el fluido caloportador circulará por los tramos de menor pérdida de carga, pues habrá menos resistencia. Es como si se adaptaran resistencias en paralelo en un circuito electrónico para que la corriente fuera la misma en cada uno de los ramales.

Otro método de equilibrar el circuito hidráulico es mediante el retorno invertido. Este método consiste en igualar las diferentes longitudes de tubería de retorno solar de todas las baterías de captadores del campo solar. A la batería más cercana a la bomba se le añadirá la longitud de tubería equivalente a la distancia de la batería más alejada.

Estos dos métodos de equilibrado hidráulico se representan en la figura 3.2.13.1.:

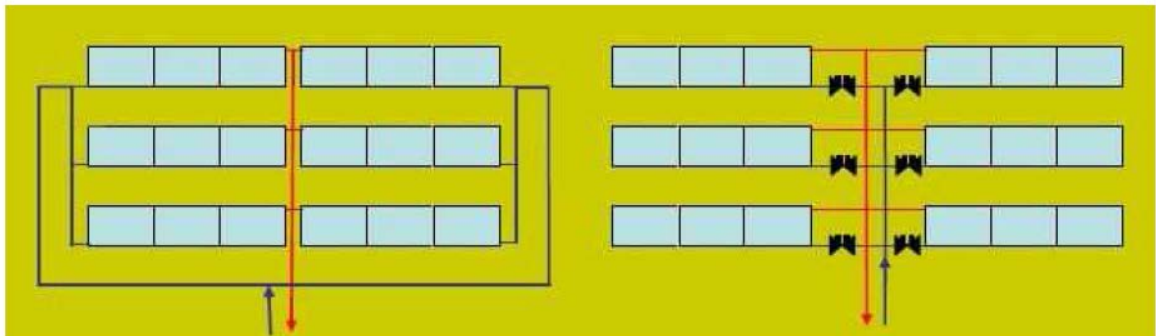


Fig. 3.2.13.1 Equilibrio hidráulico por retorno invertido (izquierda) y con válvulas de equilibrado (derecha).

- Purgadores: válvula encargada de eliminar por completo la formación de bolsas de aire en la instalación. Por este motivo se instalarán purgadores en los puntos más elevados del circuito, concretamente a la salida de cada batería de captadores. Se cerrarán una vez se haya puesto en marcha la instalación, para evitar el escape del fluido caloportador cuando se evapore en situaciones de estancamiento.

### **3.2.13.2. AISLAMIENTOS**

Los aislamientos son esenciales en cualquier instalación solar para evitar las pérdidas térmicas en tuberías, acumuladores, intercambiadores y otros elementos que estén en contacto directo con el ambiente.

Los factores que determinan la elección del aislamiento son:

- Bajo coeficiente de conductividad térmica.
- Colocación relativamente sencilla.
- Bajo coste.
- Rango de temperaturas adecuado.
- No ser corrosivo para las superficies con las que estará en contacto.
- Ser ignífugo y no enmohecerse.

Los materiales más usados son el caucho flexible de etileno-propileno-dieno (EPDM) para tuberías y demás conducciones, y poliuretano rígido (BRV) o flexible (BRVF) para el resto de componentes.

### **3.2.14. SISTEMAS SOLARES PARA ACS**

En este apartado se analizarán las diferentes opciones que hay para los sistemas solares indirectos. Se mostrarán las ventajas e inconvenientes que hay en cada uno de ellos y cuáles son sus condiciones de diseño.

Primeramente, se detallarán las condiciones que detallan el perfil de una instalación solar. Finalmente se analizarán con detalle los criterios de selección para los diferentes sistemas solares.

### **3.2.14.1 CONDICIONES DE DISEÑO**

Los condicionantes principales del diseño de una instalación solar para ACS son:

1. Las especificaciones de la Propiedad.
2. La demanda de energía necesaria para producir el ACS: incluyendo las pérdidas térmicas en acumulación (especialmente cuando la acumulación solar está distribuida en múltiples acumuladores situados en cada vivienda individual) y distribución, y su perfil a lo largo del día, de la semana y de los meses.
3. Los requisitos de las ordenanzas solares sobre el nivel de ahorro energético exigible a la instalación solar incluyendo el cálculo de la demanda, las especificaciones técnicas de las instalaciones, su integración arquitectónica y su mantenimiento.
4. El tipo de sistema de energía auxiliar para la producción de ACS: calderas centralizadas o distribuidas, tipo de combustible o resistencia eléctrica, bomba de calor, etc.
5. La climatología del lugar de la instalación: nivel de radiación, riesgo de heladas, etc.
6. Las características del edificio:
  - Espacio disponible para colocar tanto los captadores solares como el resto de elementos de la instalación (especialmente la acumulación solar), tipo de ubicación (tejado, cubierta plana), orientación del edificio, sombras de otros edificios y entre los captadores, etc.
  - Accesibilidad para el mantenimiento.

- Las distancias entre la ubicación de los captadores solares, la acumulación solar y el sistema de energía auxiliar, y las diferencias de cotas entre los mismos.
  - El uso del edificio en relación con la normativa específica de aplicación: viviendas colectivas, unifamiliares, hoteles, polideportivos, etc.
7. Las características de los captadores solares, los acumuladores, los intercambiadores, las bombas y los demás elementos de la instalación solar con sus requisitos y opciones de montaje.
8. Las exigencias en los materiales y componentes en función de los niveles de temperatura y presión de trabajo en operación normal, y especialmente en estancamiento (cuando hay un elevado nivel de radiación solar y el captador solar no se refrigera al haber parado el control la bomba de circulación por estar el acumulador completamente lleno a la temperatura máxima), para garantizar la seguridad funcional y de uso durante muchos años.
9. Coste de la instalación completa.
10. Costes de operación: sencillez de mantenimiento, pequeños consumos eléctricos en bombeo.

#### **3.2.14.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN**

En cuanto a los criterios técnicos de selección del sistema más adecuado, para acoplar una instalación solar a la convencional (energía auxiliar), las opciones son:

- A. Campo solar único con acumulación solar común acoplado a sistemas centralizados de ACS para el edificio.
- B. Campo solar único con acumulación solar común acoplado a sistemas distribuidos de ACS en cada vivienda del edificio.
- C. Campo solar único con acumulación solar distribuida acoplado a sistemas distribuidos de ACS en cada vivienda del edificio.

Es importante volver a señalar que la correcta selección y dimensionado de cada uno de los componentes de estas opciones influyen en el ahorro solar alcanzable.

En edificios con una única propiedad (hoteles, oficinas, viviendas unifamiliares, ...) las instalaciones de producción de ACS son centralizadas (opción A), suelen utilizar combustibles fósiles, y la manera de implementar el aprovechamiento solar pasa por esquemas del estilo del esbozado en la figura 3.2.14.2.1.

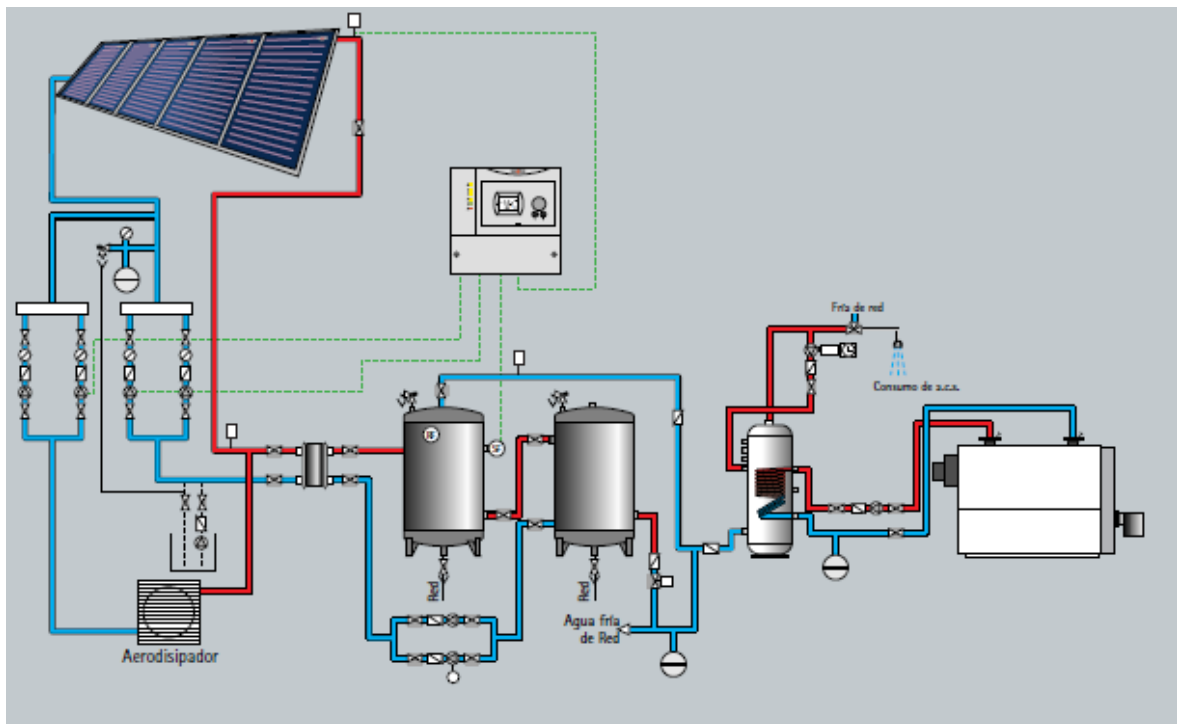


Fig 3.2.14.2.1. Acoplamiento de la instalación solar con acumulación centralizada en serie con un sistema convencional con caldera centralizada. Acumulación solar en circuito de ACS

En viviendas unifamiliares la configuración usual suele ser la de la figura 3.2.14.2.2. con caldera de producción instantánea de ACS. La configuración solar suele ser de tipo termosifón (sin bomba de circulación, con el acumulador ubicado en el exterior y por encima del captador) o forzada (con bomba de circulación).

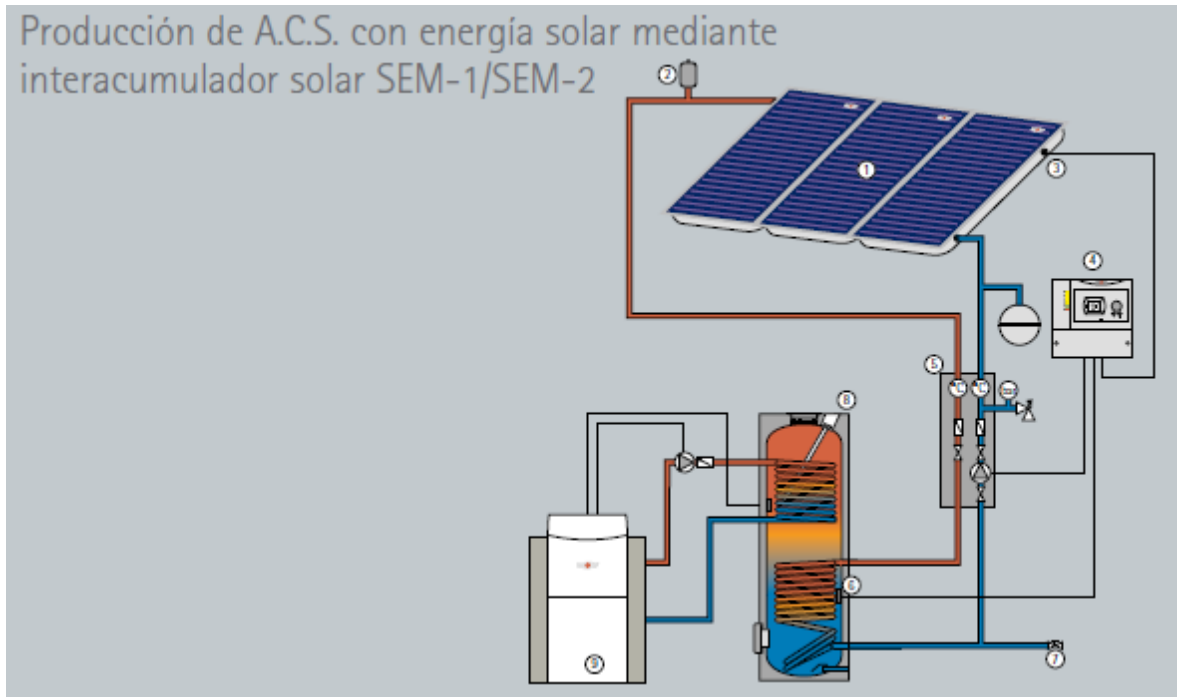


Fig. 3.2.14.2.2. Sistema con acumulador solar y ACS convencional al paso.

### 3.2.15. PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN DEL TRABAJO

Las instalaciones solares térmicas incluidas en el ámbito de aplicación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) deben ejecutarse sobre la base de una documentación técnica que, en función de su potencia térmica nominal, debe adoptar una de las siguientes modalidades:

- Cuando la potencia térmica nominal a instalar sea mayor que 70 kW, se requerirá la realización de un trabajo.
- Cuando la potencia térmica nominal a instalar sea mayor o igual que 5 kW y menor o igual que 70 kW, el trabajo podrá ser sustituido por una memoria técnica.
- No es necesaria la presentación de la documentación anterior para acreditar el cumplimiento reglamentario ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma para las instalaciones de potencia térmica nominal menor que 5 kW y los sistemas solares consistentes en un único elemento prefabricado.



La potencia térmica nominal de la instalación solar se determinará a partir de la potencia nominal del equipo de energía auxiliar. En el caso de que no exista este equipo de energía auxiliar o cuando se trate de una reforma de la instalación térmica que únicamente incorpore energía solar, la potencia, a estos efectos, se determinará multiplicando la superficie de apertura de campo de los captadores solares instalados por 0,7 kW/m<sup>2</sup>.

Cuando se precise trabajo, éste debe ser redactado y firmado por un técnico titulado competente y visado por el Colegio Profesional correspondiente. El proyectista será responsable de que el mismo se adapte a las exigencias del (RITE) y de cualquier otra reglamentación o normativa de aplicación a la instalación solar, como por ejemplo el (CTE).

Éste describirá la instalación en su totalidad, sus características generales y la forma de ejecución de la misma, con el detalle suficiente para que pueda valorarse e interpretarse de forma correcta durante su ejecución.

El trabajo de la instalación solar se desarrollará en forma de uno o varios trabajos específicos, o integrado en el trabajo general del edificio, y deberá ser presentado a la administración local correspondiente para la obtención de la licencia municipal de obras.

La instalación solar, al igual que el resto de instalaciones térmicas del edificio, deberán ser legalizadas delante de una entidad de inspección y control (EIC).

### **3.2.16. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN**

#### **3.2.16.1 Planteamiento del trabajo**

El trabajo de una instalación solar térmica para agua caliente sanitaria constituye un desarrollo del trabajo general del edificio en el que está incluida. Por consiguiente, las decisiones generales del trabajo de arquitectura condicionan la disposición de la instalación, y viceversa, lo que constituye el proceso habitual de proyectar, que es esencialmente iterativo.

Para apreciar los condicionantes inevitables en el edificio que se proyecta, hay que considerar las particularidades de este tipo de instalaciones. Para ello se parte del análisis de los subsistemas básicos de una instalación solar, que son:

- Subsistema de captación.
- Subsistema de intercambio y acumulación.
- Subsistema de energía convencional auxiliar.

La primera consideración es que se trata de elementos voluminosos, de nueva exigencia obligatoria, excepto en el caso del subsistema de energía convencional auxiliar, y con gran impacto visual en el caso de los captadores.

El campo de captadores tiene la dificultad añadida de unos límites bastante estrictos respecto a orientaciones y colocación, a lo que se suman condiciones estéticas en muchas ordenanzas, por lo que es previsible que se convierta en el condicionante principal para el diseño de las cubiertas. En edificios de gran altura es posible que no se disponga de suficiente superficie en la cubierta para situar los captadores, lo que puede obligar a elegir, si tampoco existe parcela libre para ello, soluciones de alta tecnología o singulares como su integración arquitectónica, alternativa prevista en el HE4, y que probablemente tenga un gran desarrollo en los próximos años, aunque su propia condición de incorporación al edificio pueda dificultar la renovación en el futuro.

El volumen de acumulación constituye el segundo gran condicionante. Es previsible que las ordenanzas municipales impidan su ubicación en las propias cubiertas, por impacto visual, y los cuartos para alojar tales depósitos tienen considerables dimensiones. Si se centraliza la energía convencional de apoyo, habría que prever

un cuarto de calderas adecuado, así como las ventilaciones necesarias.

La combinación de diferentes tipos de acumulación con distintas formas de energía convencional auxiliar ha sido ya estudiada en el apartado de esquemas, pudiendo apreciarse con su comparación lo que cambia el trabajo del edificio según las decisiones que se adopten.

El sistema de energía convencional no supone en sí mismo un condicionante añadido, salvo que su integración con el sistema de energía solar conduzca a una alternativa distinta a la que se tomaría sin ella. Es probable que el análisis económico de la instalación conduzca, en algunos casos, a soluciones diferentes a las que se adoptarían sin la instalación solar térmica.

### **3.2.16.2. Procedimiento de verificación**

Para la verificación de la aplicación de la Sección HE 4 Contribución solar mínima de agua

caliente sanitaria, del CTE, debe seguirse la secuencia que se expone a continuación:

- A. Comprobación del correcto dimensionado del campo de captación y del volumen de acumulación.
- B. Verificación del cumplimiento de las condiciones de diseño.
- C. Verificación de la propuesta del Plan de Mantenimiento.

#### **A. Comprobación del correcto dimensionado del campo de captación y del volumen de acumulación**

Uno de los puntos más importante en el diseño de las instalaciones de energía solar térmica, son los datos de partida. Si los datos de partida no son correctos el dimensionado de la instalación tampoco lo será.

Por tanto, la primera verificación que se debe realizar es que la demanda térmica se ha calculado según las directrices del CTE, es decir, el consumo correspondiente al tipo de edificación, unidad de consumo considerada, temperatura de diseño, temperatura de consumo, etc.

En segundo lugar, se comprobará que las pérdidas producidas por las posibles sombras existentes en la instalación, así como las debidas a la inclinación y orientación de los captadores, no superan los límites establecidos.

Además, se comprobará que las bases de datos de radicación y temperaturas, tanto ambiente como agua fría están justificadas por el proyectista y son bases de datos de organismos o entidades conocidas.

Una vez definidos y verificados los datos de partida, se comprobará que mediante el método de simulación elegido por el proyectista (cualquier método dinámico de cálculo) se obtenga la aportación solar mínima requerida por el CTE para un consumo y zona climática determinados.

Realizado el dimensionado se confirmará que la relación área (A) – volumen de captación (V), cumpla con los parámetros establecidos en el epígrafe correspondiente del apartado 2.2.5 del CTE, y que es  $50 < v/A < 180$ .

También habría que verificar si el aporte obtenido sobrepasa el 110% de la demanda durante algún mes o el 100% durante más de tres meses seguidos y en caso de que esto se produzca, comprobar las medidas de protección contra sobrecalentamientos que se han adoptado.

Realizado todo lo anteriormente descrito, y comprobando que el captador utilizado para el cálculo está homologado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), se entenderá que se cumple con la parte del HE4 del CTE referente al dimensionado.

## **B. Verificación del cumplimiento de las condiciones de diseño.**

Una vez definida el área de captación y el volumen de acumulación, es necesario conectar entre sí estos elementos, así como los mismos con el resto de elementos que componen la instalación: intercambiadores, vasos de expansión, electroválvulas, sistemas de vaciado y llenado, etc.

En este apartado se verificará, por tanto:

- Conexión de captadores: límite de  $m^2$  en serie, equilibrado hidráulico, etc.
- Diseño de la estructura de anclaje de captadores.

- Conexión de depósitos: serie invertida o paralelo, disposición vertical, etc.
- Dimensionado del intercambiador: potencia, temperaturas, superficie, etc.
- Sistema de evacuación del exceso de calor.
- Volumen del vaso de expansión.
- Circuito Hidráulico: diámetro de tuberías, número de bombas, punto de trabajo de las

bombas, válvulas, electroválvulas, sistema de llenado, vaciado, purgadores, etc.

### **C. Verificación de la propuesta del Plan de Mantenimiento.**

En este apartado sólo cabe mencionar la necesidad de la existencia de un plan de mantenimiento que englobe un plan de vigilancia y las operaciones de mantenimiento preventivo recomendadas por el CTE. Los requisitos del plan de mantenimiento se exponen a continuación en el punto 3.2.16.4.

#### **3.2.16.3. HOMOLOGACIÓN DE CAPTADORES**

Todos los captadores térmicos que se proyecten e instalen deberán estar homologados por el Ministerio competente en materia energética. Esta homologación viene dada por la contraseña **NPS**.

La certificación de los captadores solares planos de baja temperatura se inició en nuestro país en 1980. En el año 2001, AENOR publica, como transposición de las Normas Europeas (EN), las normas UNE-EN 12975, sobre captadores solares, y UNE-EN 12976, sobre sistemas prefabricados o compactos. Estas normas tienen por objeto especificar los métodos de ensayo de durabilidad, fiabilidad y seguridad de captadores solares y sistemas solares prefabricados.

A partir de enero de 2008, para la certificación de los captadores solares de calentamiento líquido se exige la realización de la serie completa de ensayos establecidos en la norma UNE- EN 12975.

Las pruebas que se realizarán serán las determinadas por la metodología de ensayo (UNE12975-2) y son las siguientes:

- Presión interna

- Resistencia a las heladas
- Resistencia a alta temperatura
- Carga mecánica
- Exposición
- Rendimiento térmico
- Choque térmico externo
- Resistencia al impacto
- Choque térmico interno
- Inspección final
- Penetración de lluvia

Serán laboratorios acreditados para la realización de los ensayos, todos aquellos que cumplan los requisitos establecidos en la norma UNE-EN-ISO/IEC 17025 y estén acreditados por entidades reguladas.

Para la homologación, el MITYC, también acepta informes de los ensayos realizados por laboratorios acreditados por otros Estados miembros, siempre y cuando se realicen según las normas anteriormente mencionadas.

#### **3.2.16.4. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

El MANTENIMIENTO de las instalaciones de energía solar térmica es casi igual o más importante que el correcto dimensionado de las mismas. No hay que olvidar que se trata de instalaciones que están a la intemperie y sometidas no solo a temperaturas muy elevadas sino también, en la mayor parte de España, a grandes diferencias de temperaturas (día y noche).

Es conveniente realizar 2 actuaciones de mantenimiento al año, una antes y otra después de cada periodo de sobrecalentamiento, que en general suele coincidir con la temporada estival.

No en todas las actuaciones deben realizarse las mismas operaciones, por lo que, en un Plan General de Mantenimiento de instalaciones de energía solar térmica, es común definir dos escalones complementarios de actuación:

3.2.16.4.1. Plan de vigilancia.

3.2.16.4.2. Plan de mantenimiento preventivo.

#### **3.2.16.4.1 Plan de vigilancia**

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos:

- Control de Temperaturas y presiones.
- Comprobación de ausencia de fugas.
- Verificación del funcionamiento de la centralita de control.
- Etc.

Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

#### **3.2.16.4.2 Plan de mantenimiento Preventivo**

Son operaciones de verificación de actuaciones y estados de trabajo de los elementos que componen la instalación, tales que permitan mantener la instalación en las condiciones correctas de funcionamiento y conseguir la durabilidad de la instalación.

Según el CTE, el mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>. Sin embargo, como ya se ha dicho, es recomendable para cualquier superficie de captación, realizar 2 actuaciones de mantenimiento al año, una antes y otra después de cada periodo de sobrecalentamiento, que en general suele coincidir con la temporada estival.

Como condiciones generales del plan de mantenimiento preventivo se tendrán en cuenta las siguientes:

- El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que

conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general.

- La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.
- El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

El CTE recoge las operaciones mínimas que hay que realizar, así como su frecuencia.

#### **3.2.16.5. CALCULO INSTALACION.**

El apartado 3.3, del CTE se recogen los criterios generales de cálculo, especificándose en el apartado 3.3.1, Dimensionado básico, que, en la memoria del trabajo, se establecerá el método de cálculo especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo, el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- a) La demanda de energía térmica.
- b) La energía solar térmica aportada.
- c) Las fracciones solares mensuales y anuales.
- d) El rendimiento medio anual.

Por último, el tercer punto c) del apartado 1.2 antes mencionado, no se corresponde con el proceso de diseño y cálculo, aunque debe ser incluido en la memoria del trabajo.

De acuerdo con este análisis de la Sección HE4, el proceso que se seguirá en el cálculo de la instalación será el establecido en estos apartados.

##### **3.2.16.5.1 Demanda de energía térmica. Datos de partida**

Siguiendo el criterio del apartado 3º del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, del IDAE, los datos de partida necesarios para el



dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones climáticas y de uso.

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo. Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente. Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

### **3.2.16.5.2. Condiciones climáticas**

Las condiciones climáticas, a efectos de las instalaciones solares térmicas, están definidas por:

- La radiación global total en el campo de captación.
- La temperatura ambiente media diaria.
- La temperatura mensual media del agua de la red.

Estos datos proceden del Instituto Nacional de Meteorología y otras fuentes fiables, y la dificultad de disponer de las suficientes series estadísticas constituye el principal obstáculo para una valoración adecuada del dimensionado de la instalación. De los tres parámetros mencionados el más difícil de tabular ha sido siempre la radiación global total, porque tiene múltiples condicionantes, comenzando por la propia determinación de los factores a considerar, como por ejemplo la radiación difusa, que es la recibida en los días nublados.

La radiación se mide sobre la superficie horizontal, aplicando fórmulas factoriales para calcular las restantes posiciones de los captadores, pero las mayores dificultades proceden de las condiciones de horas de sol, nubes, lluvia, etc.,

A continuación se reproducen las correspondientes a la energía, en megajulios, que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes ( $1\text{kWh} = 3,6\text{MJ}$ ), la altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica (la más baja que se haya medido desde el primer año del que se conservan registros de datos), la temperatura media del agua en la red en °C, y la temperatura ambiente

media durante las horas de sol en °C, ambas por provincias, del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, advirtiéndose que la denominación de las provincias no se corresponde con la oficial actualmente vigente. Hay que tener en cuenta también los valores particulares que establecen algunas ordenanzas y regulaciones autonómicas, siempre que sean más restrictivas que el CTE. No obstante, en la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el trabajo.

### 3.2.16.5.3. Zonas climáticas definidas en el CTE

El apartado 3.1.2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, define las zonas climáticas como aquellas que son homogéneas a efectos de la exigencia, indicando sus límites en un mapa y una tabla de localidades.

Las zonas se han definido teniendo en cuenta la radiación solar global media diaria anual sobre una superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Zona climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 < H < 15,1$	$3,8 < H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Tabla 3.2.16.5.3. Radiación solar global media por zonas

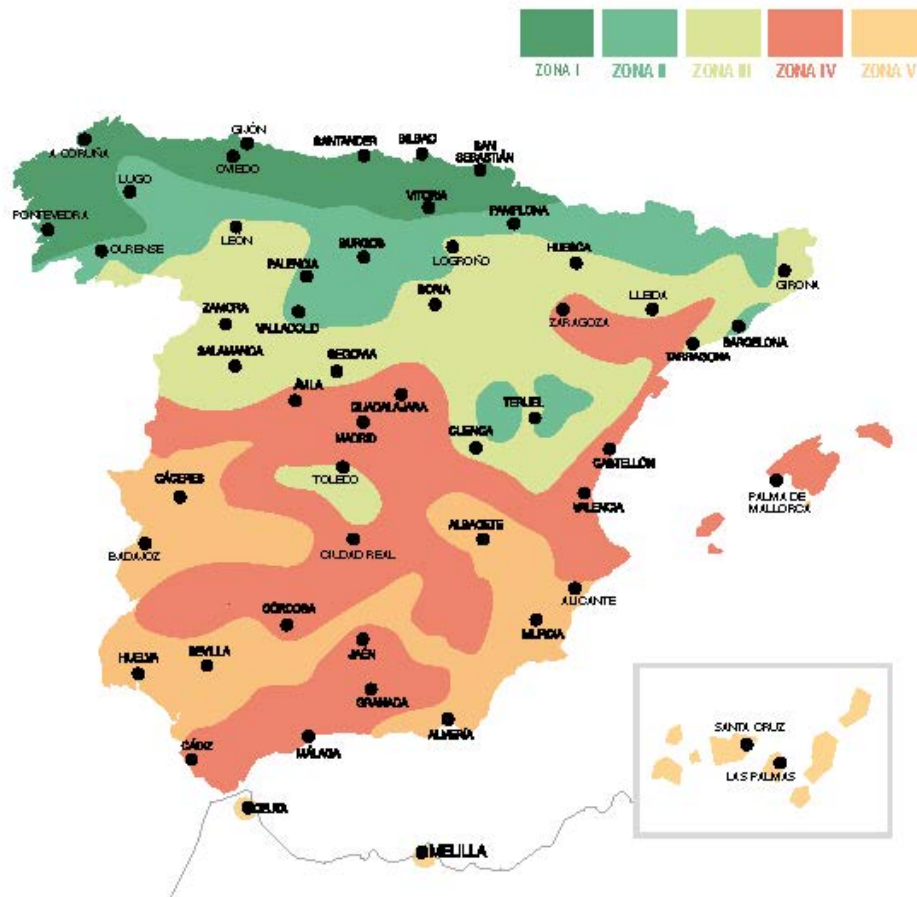


Fig.3.2.16.5.3. Zonas climáticas de España

La finalidad de estas zonas es establecer el porcentaje exigido de aportación de la energía solar a la demanda energética total de A.C.S. La tabla 3.2 de la Sección HE4, del DB HE define la clasificación por intervalos de radiación por lo que puede existir una cierta contradicción con los valores unificados para cada provincia, alguna de las cuales queda dividida por las zonas climáticas. Como los valores de las tablas provinciales son algo inferiores a los del CTE, su empleo implicará la realización de una instalación con requisitos más exigentes, lo que es admisible.

#### 3.2.16.5.4. Contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la

energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, según se define en el apartado 2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

El mismo apartado, establece que las contribuciones solares tienen carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, por lo que habrá que analizar en cada caso los reglamentos u ordenanzas locales de aplicación.

Las contribuciones solares mínimas para la demanda de agua caliente sanitaria A.C.S. a una temperatura de referencia de 60 °C se recogen en las tablas 3.2.16.5.4. según la zona climática en la que se sitúe, el apartado 2.1 dice que tienen carácter de mínimos pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, considerándose los siguientes casos:

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Tabla 3.2.16.5.4. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Como criterio general, los costes relativos de una instalación solar disminuyen al aumentar el tamaño de la instalación, sin embargo, el aporte específico de energía solar también disminuye si se diseña una instalación de modo más generoso, puesto que se produce un aumento de las temperaturas de trabajo del sistema, y es más probable que el campo de captadores se encuentre con mayor frecuencia en un estado de estancamiento. Considerando ambas tendencias, es decir, por un lado, la reducción de los costes específicos y, por otro, la reducción del aporte relativo al aumentar el tamaño de la instalación, se debería llegar finalmente a un punto óptimo para el dimensionado de una determinada aplicación.

En principio, se puede suponer que una instalación solar grande, en donde la disminución de costes relativos es pequeña en relación con el aumento de tamaño, funciona con la máxima rentabilidad si el sistema suministra siempre energía útil cuando se dispone de radiación solar aprovechable.

Es importante tener en cuenta que a medida que aumenta la fracción solar anual, la temperatura media de funcionamiento del captador aumenta y, por tanto, su rendimiento disminuye. En consecuencia, la fracción solar anual no aumenta linealmente con la superficie de captación.

Visto de otro modo, la productividad energética de los captadores solares, expresada en Kwh / (m<sup>2</sup> año), disminuye a medida que aumenta la fracción solar anual. Una instalación con una superficie de captación pequeña proporcionará una fracción solar anual baja, pero la productividad por unidad de superficie será elevada, ya que el salto térmico es siempre alto.

Puede ser conveniente en algunos casos realizar curvas de rendimiento de la instalación relacionando la producción con la superficie, para elegir la alternativa que mejor equilibre producción con coste, cumpliendo siempre con la aportación solar mínima requerida por la reglamentación.

### 3.2.16.6 Cálculo de la demanda energética

Según se establece en el apartado 4.1, Cálculo de la demanda, de la Sección HE4, del DB HE, para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día a 60 °C, de la tabla 4.1, que se reproduce a continuación. Estos valores deben ser mensuales, de acuerdo con el apartado 4.1, por lo que habrá que multiplicar los valores unitarios por el número de días de cada mes.

Para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla (Demanda de referencia a 60 °C).

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona

Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

(1) Los valores de demanda ofrecidos en esta tabla tienen la función de determinar la fracción solar mínima a abastecer mediante la aplicación de la tabla 4.1. Las demandas de ACS a 60 °C

Tabla 3.2.16.6.1. Litros de A.C.S. / día (a 60°C)

Los litros de A.C.S./día a 60 °C de la tabla se han calculado a partir de la Tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética". Para el cálculo se han utilizado los valores de  $T_i = 12\text{ °C}$  (constante) y  $T = 45\text{ °C}$ . y se corresponde con la tabla 3.1 de la Sección HE4, del DB HE.

En el segundo párrafo del mismo apartado se contempla el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, en cuyo caso se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum D_i(T) \quad (3.2.16.6.1.)$$

$$D_i(T) = D_i(60^\circ\text{C}) \times \frac{60 - T_i}{T - T_i} \quad (3.2.16.6.2.)$$

Donde:

D (T)	demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.
Di (T)	demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura T elegida.
Di (60 °C)	demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura de 60 °C.
T	temperatura del acumulador final.
Ti	temperatura media del agua fría en el mes (i).

Hay que considerar que una temperatura de acumulación inferior mejora el rendimiento de la instalación al permitir un mayor salto térmico en los intercambiadores, pero incrementa el coste al suponer un mayor volumen, además de un aumento de riesgo de legionelosis, que se produce en agua acumulada a una temperatura inferior a 50 °C.

Para nuestra instalación tenemos un total de 345 habitaciones, de las cuales hay 7 tipos diferentes

en la tabla 3.2.16.6.2. se muestra el consumo de acs del hotel por L/día

TIPO HABITACION	SUPERFICIE APROX (m2)	PERSONAS	HABITACIONES	TOTAL PERSONAS
DOBLE DELUXE (A)	62	4	14	56
DOBLE SUPERIOR (B)	31	3	191	573
DOBLE SUPERIOR (G)	31	3	8	24
APARTAMENTO DELUXE (C)	55	4	95	380
APARTAMENTO DELUXE (E)	55	4	28	112
APARTAMENTO DELUXE (F)	55	4	4	16
APARTAMENTO DELUXE 2 DORMITORIOS (D)	79	6	5	30
TOTAL PERSONAS				1191
TOTAL LITROS CONSUMO ACS (55L/PERSONA)				65505

tabla 3.2.16.6.2. consumo acs hotel

la demanda de ACS en nuestro hotel es de 55 litros de ACS/día a 60° por persona de modo que el caudal diario total será de:

$$1191 \text{ personas} \times 55 \frac{\text{litros ACS}}{\text{día}} = 65505 \text{ litros de ACS/día} \quad (3.2.16.6.3.)$$

La demanda energética será la cantidad de energía necesaria para elevar la masa de agua resultante de los consumos requeridos desde la temperatura de suministro a la de referencia, en valores mensuales. La unidad física empleada es la caloría, cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5 °C a 15,5 °C, cuya equivalencia mecánica se obtuvo mediante el experimento de Joule, de forma que:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$



El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

$$DE_{mes} = Q_{día} \times N \times C \times (T_{ACS} - T_{AF}) \quad (3.2.16.6.4.)$$

Donde:

$DE_{mes}$	demanda energética, en j/mes.
$Q_{día}$	consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia $T_{ACS}$ , en l/día.
$N$	n° de días del mes considerado, días/mes, no necesariamente meses completos en periodos estacionales.
$T_{ACS}$	temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, 60 °C.
$T_{AF}$	temperatura del agua fría de la red, en °C.
$C$	calor específico del agua, 4.186 julios/(Kg.°C).

El consumo diario se cuantifica según se ha visto anteriormente. La temperatura de referencia es de 60 °C, salvo que se aplique el criterio del apartado 3.1.1, párrafo 2, de la Sección HE4, visto anteriormente. La temperatura del agua de la red se toma de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, si no se establecen otras condiciones en la ordenanza local o en la reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

### Cálculo de la DE de la instalación objeto del trabajo

Como ejemplo se van a realizar los cálculos para el mes de enero:

$$DE_{mes} = 65505 \times 31 \times 4187 \times (60 - 12) = 408015,4478^{Mj}/_{mes}$$

$$= 97518,03247^{Mcal}/_{mes}$$

De la misma forma procedemos en los otros meses, el consumo es constante, así como la temperatura que deseamos obtener y el calor específico del agua. Lo único que nos variará es la temperatura del agua de la red y los días del mes.

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A Coruña	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Bilbao/Bilbo	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
Cádiz	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
Castellón/Castelló	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11
Ceuta	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
Ciudad Real	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
Córdoba	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10
Cuenca	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Girona	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9
Granada	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
Guadalajara	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
Huelva	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
Huesca	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
Las Palmas de Gran	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
León	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
Lleida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
Melilla	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
Palma de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
Pamplona/Iruña	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6
San Sebastián	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9
Santa Cruz de Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16

<i>Santander</i>	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10
<i>Segovia</i>	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6
<i>Sevilla</i>	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11
<i>Soria</i>	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
<i>Tarragona</i>	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11
<i>Teruel</i>	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
<i>Toledo</i>	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8
<i>Valencia</i>	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
<i>Valladolid</i>	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7
<i>Vitoria-Gasteiz</i>	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
<i>Zamora</i>	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
<i>Zaragoza</i>	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

**Tabla 3.2.16.6.3. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C)**

Los datos de la temperatura media del agua en la red según la zona han sido sacados del Documento Básico HE Ahorro de energía que a su vez obtiene los datos del Instituto Nacional de Meteorología y de Censolar.

Además, debemos tener en cuenta el porcentaje de ocupación del 100 % de cada mes:

### 3.2.16.7 Cálculo del campo de captadores

El dimensionado del campo de captadores constituye la base fundamental de la instalación, ya que es el elemento que recoge la energía solar que se precisa, y el valor absoluto de ésta es función de su superficie total de captación.

De los cuatro criterios generales de cálculo especificados para el dimensionado básico en el apartado 3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE

- a) demanda de energía térmica
- b) energía solar térmica aportada
- c) fracciones solares mensuales y anual
- d) rendimiento medio anual

El valor de la energía solar aportada debe ser el producto de la contribución solar mínima por la demanda de energía, por lo que habrá que dimensionar el campo de captadores para ello. La fracción solar anual coincidirá con la contribución solar mínima, dependiendo las fracciones mensuales de las condiciones climáticas y de uso.

Sin embargo, estos valores representan el resultado a cumplir, y no sirven para

definir la superficie de captación de forma directa, por lo que es necesario realizar varias pruebas, una vez predimensionado el campo, hasta lograr el cumplimiento de todos los requerimientos, de la forma siguiente:

- Predimensionado del campo de captadores.
- Cálculo de la cobertura del sistema solar.
- Reiteración del proceso hasta obtener los valores de fracción solar mensual y anual que cumplan con las exigencias, teniendo en cuenta los restantes requisitos.

Como fin de todo el proceso de cálculo se obtiene el rendimiento medio anual de la instalación.

#### **3.2.16.7.1 Predimensionado del campo de captadores**

La superficie de captación solar es un dato imprescindible para el proceso de cálculo, siendo necesario realizar una hipótesis de partida fijando un valor previo, para ajustar la superficie a la contribución requerida posteriormente.

Un valor habitual es considerar  $70 \text{ l}/(\text{m}^2 \text{ día})$ , que puede resultar un valor adecuado para el rendimiento de la instalación, teniendo en cuenta que este valor tendrá que reconsiderarse posteriormente para cumplir con la contribución solar mínima requerida.

#### **3.2.16.7.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart**

El rendimiento instantáneo de un captador está definido por la ecuación de balance, sin embargo, el rendimiento medio durante un periodo medio de tiempo es un fenómeno mucho más complejo en el que intervienen numerosos factores, tales como la climatología, la posición respecto a la inclinación y orientación de los captadores, la existencia de zonas en sombra y la inercia de la instalación en su conjunto, que impide el aprovechamiento de la radiación por debajo de un valor mínimo.

Estos métodos de cálculo se aplican habitualmente desde programas informáticos, siendo el más conocido el de las gráficas-f, o f-Chart, desarrollado en 1973 por los profesores Klein, Beckman y Duffie, suficientemente exacto para estimaciones de largos periodos de tiempo, pero nunca debe aplicarse en análisis mensuales y, menos aún, diarios.

El método F-Chart cuenta con el respaldo de numerosas instalaciones realizadas en un largo periodo de tiempo con el consiguiente análisis de los resultados energéticos en situaciones reales, por lo que tiene un gran reconocimiento por parte de los profesionales del sector. Es el aconsejado en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Solares Térmicas de Baja Temperatura, del IDAE y cumple con lo especificado en el apartado 3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado periodo de tiempo. Las dimensiones se presentan por medio de ecuaciones y en forma gráfica.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales, medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento de A.C.S., en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos. Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales  $D_1$  y  $D_2$ , mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

(3.2.16.7.2)

La secuencia que se va a seguir en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente  $H_{\text{mes}}$  sobre la superficie inclinada de los captadores.

2. Cálculo del parámetro  $D_1$ .
3. Cálculo del parámetro  $D_2$ .
4. Determinación de la fracción energética mensual  $f$  aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones.
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual  $F$ .
6. Reiteración del proceso para ajustar la producción a los requerimientos.

Originariamente para el proceso de cálculo se utilizaban unas gráficas llamadas  $f$ , o  $f$ -chart, que dan nombre al método, en un sistema de coordenadas con los valores de  $D_1$ , en las ordenadas y de  $D_2$  en las abscisas, donde se podía encontrar el valor de la fracción solar de la instalación una vez obtenidos los valores de los parámetros  $D_1$  y  $D_2$ , de una determinada instalación, entre unos ciertos límites.

De todas formas, hay que recordar, de todas formas, que el CTE no prescribe ningún método determinado de cálculo, limitándose el apartado 3.3, de la Sección HE4, a exigir que, en la memoria del trabajo, se establezca el método de cálculo, con las especificaciones.

### 3.2.16.7.3. Cálculo de la radiación solar mensual incidente

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{mes} = k_{mes} \times H_{dia} \times N$$

(ec.3.2.16.7.3)

Donde:

$H_{mes}$	Irradiación, o radiación solar incidente por $m^2$ de superficie de los captadores por mes, en $kWh/(m^2 \text{ mes})$
$k_{mes}$	Coeficiente función del mes, de la latitud y de la inclinación de la

	superficie de captación solar.
Hdía	Irradiación, o radiación solar incidente por m <sup>2</sup> de superficie de los captadores por día, en kWh/(m <sup>2</sup> día)
N	Número de días del mes.

El valor de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes, por provincias, puede tomarse de la tabla publicada por CENSOLAR, recogida en el Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. En la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el trabajo.

Los valores del coeficiente k utilizados para la estimación de la energía solar mensual incidente sobre una superficie inclinada a partir de la radiación solar horizontal para un azimut de cero grados (orientación Sur), están indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

El procedimiento propuesto para el cálculo de la radiación solar incidente sobre una superficie inclinada es válido para superficies orientadas al Sur. La influencia de pequeñas desviaciones respecto al Sur, de unos 25° hacia el Este o el Oeste no originan una pérdida significativa de producción solar anual de la instalación. En todo caso el proceso de su evaluación se remite al apartado 3.5 de la Sección HE4 del DB HE.

La disposición de los captadores en el campo de captación puede originar pérdidas que reducen el rendimiento de la instalación. Hay tres posibles tipos de pérdidas debidas a la colocación de los captadores, las pérdidas debidas a la orientación según la desviación respecto al Sur geográfico, las pérdidas debidas a la inclinación desviando la recepción ortogonal de la radiación solar, y las pérdidas derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos.

Las condiciones relativas a las pérdidas se regulan en el apartado 2.2.3., Contribución solar mínima, de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Así, el párrafo nos dice que la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla siguiente:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 3.2.16.7.3 Pérdidas límite según la colocación de los captadores

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales, o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal con el fin de favorecer la auto limpieza de los módulos. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

El párrafo se indica que, en todos los casos, se han de cumplir las tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombras y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimas, y sin sombra alguna.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador vienen indicadas en el párrafo siguiente, que dice que se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: Latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: Latitud geográfica + 10°.
- Demanda preferente en verano: Latitud geográfica - 10°.

El párrafo se establece que, sin excepciones, se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación de acuerdo a lo



estipulado en los apartados 2.2.3, de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

También aclara este párrafo que cuando, por razones arquitectónicas excepcionales no se pueda dar toda la contribución solar mínima anual que se exige cumpliendo los requisitos indicados en la tabla de pérdidas límite, se justificará esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas de configuración del edificio y de ubicación de la instalación, debiéndose optar por aquella solución que dé lugar a la contribución solar mínima.

#### **3.2.16.7.4. Pérdidas por orientación e inclinación**

Las pérdidas por orientación son debidas al desvío de la posición de los captadores solares de la orientación óptima, y las pérdidas por inclinación son debidas al desvío del ángulo de inclinación, o ángulo que forma la superficie de captación con el plano horizontal, desde su posición óptima.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador, ya vistas en el apartado anterior, se consideran para la orientación el Sur y para la inclinación la latitud geográfica.

La orientación Sur se refiere a la geográfica, no coincidente exactamente con la magnética, y es la correspondiente a un ángulo de azimut de 0°. Las pérdidas por orientación e inclinación de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo a lo estipulado en el apartado 2.2.3. de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Este método de cálculo recoge el del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, y constituye un método gráfico que combina ambas pérdidas estableciendo también los límites admisibles de colocación de los captadores, referido a una latitud de 41°, por lo que se indican igualmente las correcciones que han de hacerse para otras latitudes diferentes.

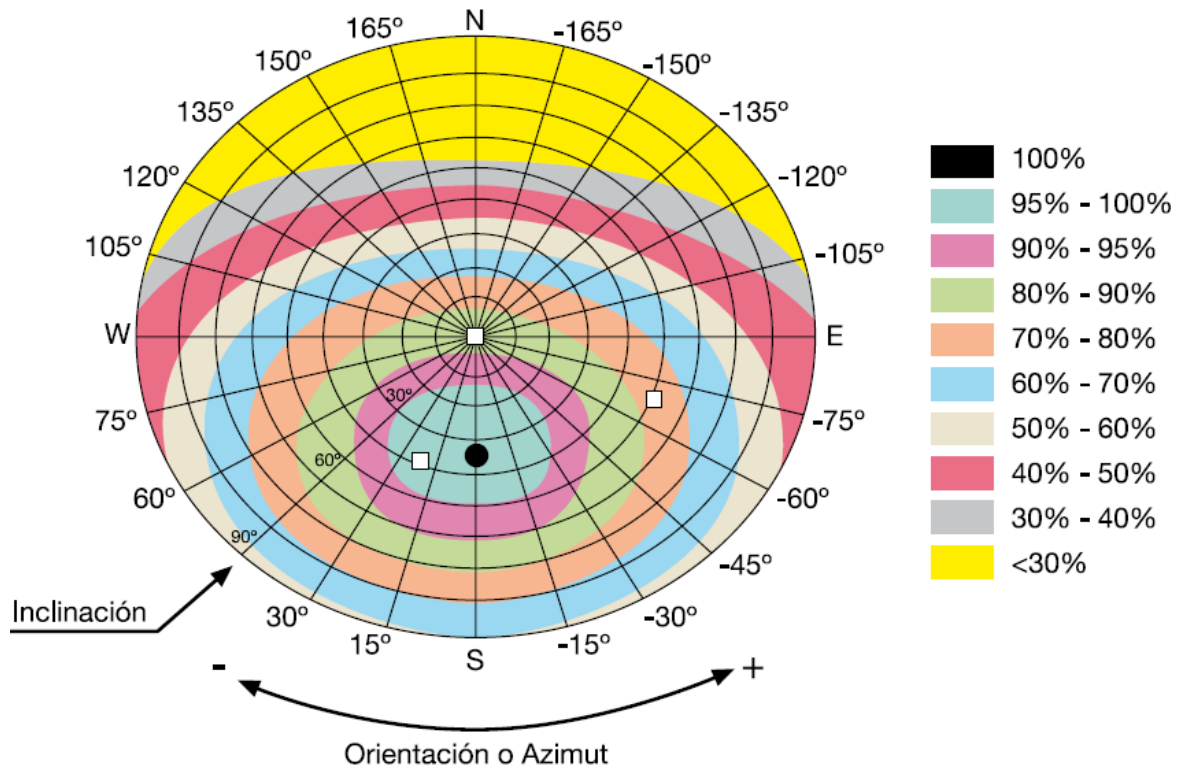


Fig.3.2.16.7.4.1. límites de orientación e inclinación según la latitud

### Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras

#### Introducción:

El método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie, de no existir sombra alguna.

#### Procedimiento

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias aparentes del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

#### Obtención del perfil de obstáculos

Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimut (ángulo de desviación con

respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

#### Representación del perfil de obstáculos

Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la figura 8, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse  $12^\circ$  en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,... D14).

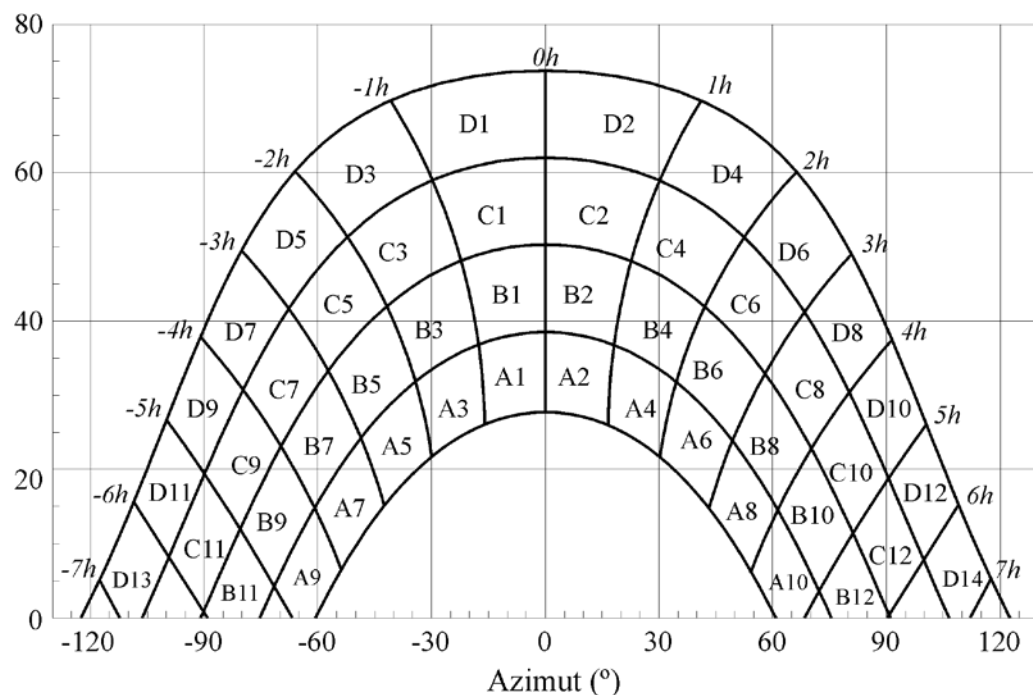


Fig.3.2.16.7.4.2..

*Diagrama de trayectorias del Sol.* (Nota: Los grados de ambas escalas son sexagesimales).

### Selección de la tabla de referencia para los cálculos

Cada una de las porciones de la Fig.3.2.16.7.4.2. representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquélla que resulte interceptada por el obstáculo. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada de entre las que se incluyen en este anexo.

### Cálculo final

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25; 0,50; 0,75 ó 1.

### Tablas de referencia

Las tablas incluidas en esta sección se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de inclinación y orientación ( $\beta$  y  $\alpha$ ", respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie en estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente resultase interceptada por un obstáculo.

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla 3.2.16.7.4

### 3.2.16.7.5 Pérdidas por sombras

Las pérdidas por sombras son las derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos. Las pérdidas por sombras de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo con lo estipulado en el apartado 2.2.3., de la Sección HE4, del DB HE del CTE. El Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, a diferencia del CTE, distingue entre los obstáculos singulares, como pueden ser otras edificaciones, y la situación habitual de sombras arrojadas por los propios paneles, que se repiten sistemáticamente en todas las instalaciones, y para las cuales proporciona un método más sencillo.

Aunque la evaluación de todas las pérdidas por sombras, sin excepciones, debe realizarse por el método anterior como prescribe el apartado 2.2.3. de la Sección HE4, se expone a continuación el del IDAE, porque es útil al menos como orientación para situar las filas de captadores, siendo el normativo bastante más trabajoso y poco idóneo para las decisiones iniciales de un trabajo. Según esto, en el apartado Distancia mínima entre filas de captadores, se dice que la distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura

h, que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

(3.2.16.7.5.)

Donde  $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$  es un coeficiente adimensional denominado k, algunos de cuyos valores significativos se incluyen en la tabla siguiente, en función de la latitud del lugar:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 3.2.16.7.5.1. Valor del coeficiente k.

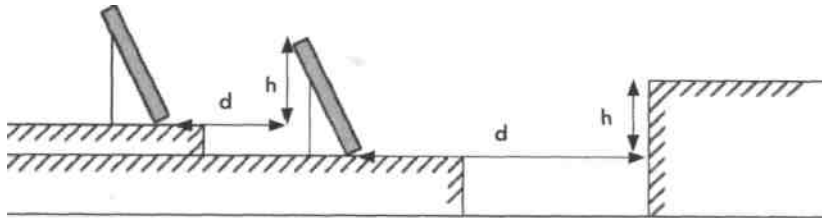


Fig. 3.2.16.7.5.2. Ejemplo de separación en la colocación

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores. Este método, aunque no excluye la utilización del anterior para el cálculo final, es muy útil en todo el proceso previo.

Para los cálculos del trabajo se han colocado los captadores de forma que las pérdidas sean prácticamente nulas tanto por sombras como por orientación

### 3.2.16.7.6. Cálculo del parámetro $D_1$

parámetros del captador

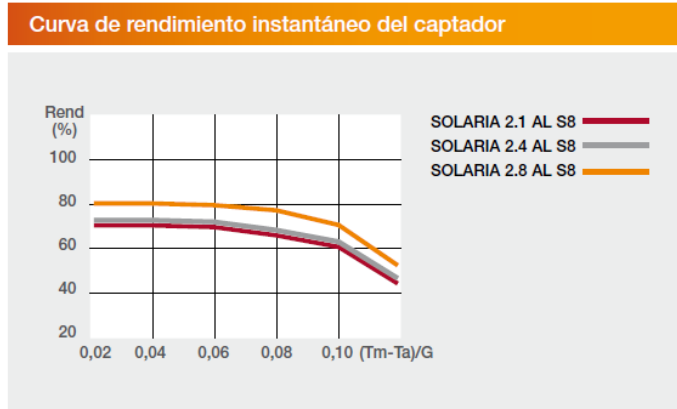


Fig. 3.2.16.7.6.1.

SOLARIA-2.4 AL S8	
<b>DIMENSIONES</b>	
Largo total (mm)	2.200
Ancho total (mm)	1.090
Fondo (mm)	90
Área total (m <sup>2</sup> )	2,40
Área de apertura (m <sup>2</sup> )	2,17
Área del absorbedor (m <sup>2</sup> )	2,14
Peso en vacío (kg)	43
Capacidad de fluido (l)	1,26
Fluido caloportador	agua o agua glicolada
Temperatura de estancamiento (°C)	197,0
Flexión máxima (Pa)	1.000
<b>PRESIONES DE PRUEBA Y CAUDAL RECOMENDADO</b>	
Presión de timbre (bar)	14,0
Presión máxima de trabajo (bar)	8,0

Presión mínima en captador (bar)	1,5
Caudal recomendado (l/h·m <sup>2</sup> )	45,0
Caída de presión en línea (mm.c.a.) (qi=l/min)	$1,85 \cdot qi^2 + 7,32 \cdot qi$

Tabla 3.2.16.7.6.1.

**CALIDADES DE FABRICACIÓN**

Cubierta transparente	vidrio templado de 3,20 mm de espesor. Coef. Trans. 0,91
Carcasa	aluminio anodizado AL-6063 T5 (espesor = 1,50 mm)
Absorbedor	aletas de cobre (0,5 mm) soldadas por ultrasonidos a parrilla de cobre
Tratamiento selectivo	proyección de electrodeposición de Cromo Negro sobre base de Niquel Claro
Relación en parrilla	colector principal 22 mm / colector secundario 8 mm
Aislamiento térmico	poliuretano rígido inyectado (25 mm) + lám. Aluminio + lana mineral (25 mm)
Acabado posterior y sellado	propileno moldeado y burlete de EPDM
Conexiones (4 uds)	B.S.P. hembra de 3/4"

Tabla 3.2.16.7.6.2.

**CURVAS DE RENDIMIENTO INSTANTANEO Y REGISTRO**

Rendimiento óptico $\eta_o$ .	72,96 %
a1 Coeficiente lineal de pérdidas térmicas	2,51 W/(m <sup>2</sup> K)
a2 Coeficiente cuadrático de pérdidas térmicas	0,038 W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )
Contraseña de homologación	NPS-26307

Tabla 3.2.16.7.6.3.

$$\eta = \eta_o - a_1 \frac{(T_m - T_a)}{G} - a_2 \frac{(T_m - T_a)^2}{G}$$

(3.2.16.7.6.1.)



El parámetro  $D_1$  expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano  $EA_{mes}$  y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes,  $DE_{m,,}$ .

$$D_1 = \frac{EA_{mes}}{DE_{mes}} \quad (3.2.16.7.6.2.)$$

La expresión de la energía absorbida por el captador,  $EA_{mes}$ , es la siguiente:

$$EA_{mes} = S_c \times F'_R(T\alpha) \times H_{mes} \quad (3.2.16.7.6.3.)$$

Donde:

$EA_{mes}$  energía solar mensual absorbida por los captadores en KWh/mes.

$S_c$  superficie de captación, en  $m^2$ .

$H_{mes}$  energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en KWh/( $m^2$  mes).

$F'_R(T\alpha)$  factor adimensional, cuya expresión es:

$$F'_R(T\alpha) = F_R(T\alpha)_n \times \left[ \frac{(T\alpha)}{(T\alpha)_n} \right] \times \frac{F'_R}{F_R} \quad (3.2.16.7.6.4.)$$

Donde:

$F_R(T\alpha)_n$ , factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en el origen de la curva característica del captador, dato del fabricante.

$[(T\alpha)/(T\alpha)_n]$  modificador del ángulo de incidencia.

0.96 superficie transparente sencilla.

0.94 superficie transparente doble.

$F_R'/F_R$ , factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda el valor 0.95.

### 3.2.16.7.7. Cálculo del parámetro $D_2$

El parámetro  $D_2$  expresa la relación entre la energía perdida por el captador  $EP_m$ , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio  $DE_{mes}$ .

$$D_2 = \frac{EP_{MES}}{DE_{MES}}$$

(3.2.16.7.7.1.)

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{mes} = S_c \times F_R' U_L \times 100 - T_{AMB} \times \Delta t \times K_1 \times K_2$$

(3.2.16.7.7.2.)

Donde:

$EP_{mes}$  Energía solar mensual perdida por los captadores en KWh/mes.

$S_c$  Superficie de captación solar, en  $m^2$ .

$F_R' U_L$  Factor, en KWh/( $m^2$  K), cuya expresión es:

$$F_R' U_L = F_R U_L \times \frac{F_R'}{F_R} \times 10^{-3}$$

(3.2.16.7.7.3.)

Donde:

- $F_{RUL}$ : coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado  $U_0$ , en  $W/(m^2 K)$ , pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante ( $a_1$  en nuestro caso despreciamos el término  $a_2$ ).
- $F_R'/F_R$ : factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar 0.95.
- $T_{AMB}$ : temperatura media mensual del ambiente, en  $^{\circ}C$ .
- $\Delta t$ : periodo de tiempo en horas.
- $K_1$ : factor de corrección por almacenamiento.

$$K_1 = \left( \frac{V}{75 \times S_c} \right)^{-0,25} \quad (3.2.16.7.7.4.)$$

Donde:

- $V$ : volumen de acumulación solar en litros. Se recomienda que el valor de  $V$  sea tal que se cumpla la condición  $50 < V/S_c < 180$ .
- $K_2$ : factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas.

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times T_{AC} + 3,86 \times T_{AF} - 2,32 \times T_{AMB}}{100 - T_{AMB}} \quad (3.2.16.7.7.5.)$$

- $T_{AC}$ : temperatura mínima del agua caliente sanitaria.
- $T_{AF}$ : temperatura del agua de la red.
- $T_{AMB}$ : temperatura media mensual del ambiente, en  $^{\circ}C$ .

**3.2.16.7.8. Determinación de la fracción solar energética mensual  $f$  aportada por el sistema de captación solar.**

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

(3.2.16.7.8.)

Con los límites de aplicación  $0 < D_1 < 3$  y  $0 < D_2 < 18$ . También puede determinarse la fracción de carga calorífica mensual mediante las gráficas  $f$ , formadas con los valores de  $D_1$  en las ordenadas y  $D_2$  en las abscisas.

**3.2.16.7.8.1. Fracción solar anual  $F$** 

La fracción solar anual se calcula como la relación entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$F = \frac{\sum EU_{MES}}{\sum DE_{MES}}$$

(3.2.16.7.8.1.1.)

Siendo  $EU_{mes}$  energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria, en KWh/mes, determinada por:

$$EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes}$$

(3.2.16.7.8.1.2.)

Donde:

$f_{mes}$  fracción solar mensual

$DE_{mes}$  demanda energética, en KWh/mes.

El objetivo de este método es determinar cuál será nuestra fracción solar cubierta en función del número de captadores que utilicemos. Realizando varias pruebas hemos llegado a la conclusión que el número de paneles solares que debemos utilizar son 320 colectores; cada uno de 2,40 m<sup>2</sup> de superficie del panel y 2,14 m<sup>2</sup> superficie útil.

Indicamos ahora como ejemplo de cálculo el correspondiente al mes de Enero. La radiación solar mensual incidente  $H_{mes}$  sobre la superficie inclinada de los captadores. La inclinación de los paneles se ha supuesto de 35° y la latitud 37°. El valor de radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes será la que figura en la tabla siguiente.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	NOV 5,5	DI C
ALBACETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4
ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6
ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8
ASTURIAS	5,3	7,7	10,6	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6
ÁVILA	6	9,1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2
BADAJOS	6,5	10	13,6	18,7	21,8	24,6	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2
BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12	8,5	6,5
BARCELONA	6,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18	14,6	10,8	7,2	5,8
BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10	6,5	4,5
CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6
CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4
CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5
CASTELLÓN	8	12,2	15,5	17,4	20,6	21,4	23,9	19,5	16,6	13	8,6	7,3
CEUTA	8,9	13	18,6	21	24,3	26,7	26,8	24,3	19,1	14,2	11	8,6
CIUDAD REAL	7	10	15	18,7	21,4	23,7	25,3	23,2	18,8	12,5	8,7	6,5
CÓRDOBA	7,2	10	15,1	18,5	21,8	25,9	28,5	25,1	19,9	12,6	8,6	6,9
LA CORWA	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1
CUENCA	5,9	8,8	12,9	17,4	18,7	22	25,6	22,3	17,5	11,2	7,2	5,5
GERONA	7,1	10,5	14,2	15,9	18,7	19	22,3	18,5	14,9	11,7	7,8	6,6
GRANADA	7,8	10,8	15,2	18,5	21,9	24,8	26,7	23,6	18,8	12,9	9,6	7,1
GUADALAJARA	6,5	9,2	14	17,9	19,4	22,7	25	23,2	17,8	11,7	7,8	5,6
GUIPÚZCOA	5,5	7,7	11,3	11,7	14,6	16,2	16,1	13,6	12,7	10,3	6,2	5
HUELVA	7,6	11,3	16	19,5	24,1	25,6	28,7	25,6	21,2	14,5	9,2	7,5
HUESCA	6,1	9,6	14,3	18,7	20,3	22,1	23,1	20,9	16,9	11,3	7,2	5,1
JAÉN	6,7	10	14,4	18	20,3	24,4	26,7	24,1	19,2	11,9	8,1	6,5
LEÓN	5,8	8,7	13,8	17,2	19,5	22,1	24,2	20,9	17,2	10,4	7	4,8

Tabla 3.2.16.7.8.1.1. *Energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes.* {Fuente: CENSOLAR).

**Nota:** También se podrán tomar en consideración los valores indicados en la norma UNE 94003.

LATITUD – 37°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0		1		1		1	1	1	1	1	1	
5	1,07	1,06	1,04	1,03	1,01	1,01	1,02	1,03	1,05	1,07	1,08	1,08
10	1,13	1,1	1,08	1,05	1,02	1,01	1,02	1,05	1,09	1,13	1,16	1,15
15	1,18	1,15	1,1	1,06	1,02	1,01	1,02	1,06	1,12	1,19	1,23	1,22
20	1,23	1,18	<b>1,12</b>	1,06	1,02	1	1,02	1,07	1,15	1,23	1,29	1,28
25	1,27	1,21	1,14	1,06	1	0,98	1	1,07	1,16	1,27	1,34	1,33
30	1,3	1,23	1,14	1,05	0,98	0,96	0,98	1,06	1,17	1,3	1,38	1,37
35	1,33	1,24	1,14	1,03	0,96	0,93	0,96	1,04	1,17	1,32	1,42	1,41
40	1,35	1,25	1,13	1,01	0,92	0,89	0,92	1,02	1,17	1,34	1,44	1,43
45	1,35	1,25	1,11	0,98	0,88	0,85	0,88	0,99	1,15	1,34	1,46	1,45
50	1,35	<b>1,24</b>	1,09	0,94	0,84	0,8	0,84	0,95	1,13	1,33	1,47	1,46
55	1,35	1,22	1,06	0,9	0,78	0,74	0,78	0,91	1,1	1,32	1,47	1,45
60	1,33	1,19	1,02	0,85	0,73	0,68	0,73	0,86	1,06	1,3	1,45	1,44
65	1,31	1,16	0,98	0,8	0,67	0,62	0,66	0,8	1,02	1,26	1,43	1,42
70	1,27	1,12	0,93	0,74	0,6	0,55	0,6	0,74	0,97	1,22	1,4	1,4
75	1,23	1,07	0,87	0,67	0,53	0,48	0,53	0,68	0,91	1,17	1,36	1,36
80	1,19	1,02	0,81	0,6	0,46	0,4	0,45	0,6	0,84	<b>1,12</b>	1,31	1,31
85	1,13	0,96	0,74	0,53	0,38	0,32	0,38	0,53	0,77	1,05	1,26	1,26
90	1,07	0,89	0,67	0,46	0,3	0,25	0,3	0,45	0,7	0,98	1,19	1,2

Tabla 3.2.16.7.8.1.2. Valores del factor k

$$H_{\text{mes}} = 1,45 \times 5,4 \times 31 = 313,348 \text{ MJ} / (\text{m}^2 \text{ mes}) = 87,041 \text{ KWh} / (\text{m}^2 \text{ mes}).$$

a) Cálculo del parámetro  $D_1$ .

Para  $F_R/F_R =$  Factor de corrección del conjunto captador-Intercambiador se recomienda tomar 0.95.

$$E_{\text{A}_{\text{mes}}} = 320 \times 2,14 \times (0,7296 \times 0,96 \times 0,95) \times 87,041 = 39661,3819 \text{ KWh/mes}$$

La energía en Mj es: 142780,9747 Mj/mes.

$$D_1 = 142780,9747 / 408015,4478 = 0,349$$

b) Cálculo del parámetro  $D_2$ .

$$F_{RU} = 2,51 \times 0,95 = 2,3845$$

$$K_1 = [65000/75 \times 684,8]^{-0,25} = 0,9428$$

$$K_2 = (11,6 + 1,18 \times 60 + 3,86 \times 12 - 2,32 \times 13)/(100 - 13) = 1,1329$$

$$EP_{\text{mes}} = 684,8 \times 2,3845 \times (100-1) \times (24 \times 3600 \times 31) \times 0,9428 \times 1,1329 \times 1000/3600$$

$$= 112891,859 \text{ KWh/mes} = 406410,691 \text{ MJ/mes.}$$

$$D_2 = 4064410691 / 408015,45 = 0,996$$

La fracción solar del mes de enero será entonces:

$$\begin{aligned} f &= 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3 = \\ &= 1,029 \times 0,3499 - 0,065 \times 0,996 - 0,245 \times 0,3499^2 + 0,0018 \times 0,996^2 + \\ &+ 0,0215 \times 0,3499^3 = 0,268 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el conjunto de captadores nos proporcionará un 26,8 % de la energía necesaria para este mes. La energía suplementaria se obtendrá de la caldera centralizada auxiliar.

Este mismo procedimiento se realizará para cada mes del año, obteniendo los siguientes resultados mostrados en las siguientes tablas:



Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Nº días	31	28	31	30	31	30
Superficie util en m2	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
Nº paneles	320	320	320	320	320	320
Superficie total en m2	684,8	684,8	684,8	684,8	684,8	684,8
tiempo (h) calculo Ep mes	24	24	24	24	24	24
K mes	1,33	1,24	1,14	1,03	0,96	0,93
H mes(Mj/m2 dia)	7,6	11,3	16	19,5	24,1	25,6
H mes real(Kw*h/m2 mes)	87,041	108,982	157,067	167,375	199,227	198,400
FR( $\zeta\alpha$ )n	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296
[( $\zeta\alpha$ )/( $\zeta\alpha$ )n]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R( $\zeta\alpha$ )	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665
EA mes	142780,9 75	178772,8 55	257649,8 79	274559,5 19	326808,5 31	325452,4 79
Tª amb. Exterior °C	13	14	16	20	21	24
Tª media del agua de la red °C	12	12	13	14	16	18
Ce (Mj/litro °C)	4186	4186	4186	4186	4186	4186
Consumo diario	65505	65505	65505	65505	65505	65505
% ocupacion	1	1	1	1	1	1
Qa (Mcal/mes)	97518,03 2	88080,80 4	65012,02 2	60948,77 0	58917,14 5	53084,41 3
Qa real (Mcal/mes)	97518,03 2	88080,80 4	65012,02 2	60948,77 0	58917,14 5	53084,41 3
Qa real (Mj/mes)	408015,4 48	368530,0 82	272010,2 99	255009,6 55	246509,3 33	222105,1 83
D1						
D1	0,3499	0,4851	0,9472	1,0767	1,3257	1,4653
D2						
F'RUL	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845
K1	0,9428	0,9428	0,9428	0,9428	0,9428	0,9428
K2	1,1329	1,1191	1,1364	1,1255	1,2081	1,2658
Ep mes (Kwh/mes)	112891,8 59	99566,64 7	109341,0 80	99806,07 5	109318,1 72	106634,2 11
Ep mes (Mj/mes)	406410,6 91	358439,9 28	393627,8 87	359301,8 69	393545,4 18	383883,1 61
D2	0,996	0,973	1,447	1,409	1,596	1,728
Fraccion solar energetica mensual (f)						
f	0,268	0,382	0,683	0,763	0,884	0,942

Tabla 3.2.16.7.8.1.3. Calculo de la fracción solar energética mensual (enero-junio)

Meses	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Nº dias	31	31	30	31	30	31
Superficie util en m2	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
Nº paneles	320	320	320	320	320	320
Superficie total en m2	684,8	684,8	684,8	684,8	684,8	684,8
tiempo (h) calculo Ep mes	24	24	24	24	24	24
K mes	0,96	1,04	1,17	1,32	1,42	1,41
H mes(Mj/m2 dia)	28,7	25,6	21,2	14,5	9,2	7,5
H mes real(Kw*h/m2 mes)	237,253	229,262	206,700	164,817	108,867	91,063
FR( $\zeta\alpha$ )n	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296
[( $\zeta\alpha$ )/( $\zeta\alpha$ )n]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R( $\zeta\alpha$ )	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665
EA mes	389186,923	376078,420	339067,678	270362,867	178583,299	149377,603
Tª amb. Exterior °C	27	27	25	21	17	14
Tª media del agua de la red °C	20	20	19	17	14	12
Ce (Mj/litro °C)	4186	4186	4186	4186	4186	4186
Consumo diario	65505	65505	65505	65505	65505	65505
% ocupacion	1	1	1	1	1	1
Qa (Mcal/mes)	50790,642	50790,642	51118,323	56885,519	60948,770	67043,647
Qa real (Mcal/mes)	50790,642	50790,642	51118,323	56885,519	60948,770	67043,647
Qa real (Mj/mes)	212508,046	212508,046	213879,065	238009,011	255009,655	280510,620
D1						
D1	1,8314	1,7697	1,5853	1,1359	0,7003	0,5325
D2						
F'RUL	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845
K1	0,9428	0,9428	0,9428	0,9428	0,9428	0,9428
K2	1,3282	1,3282	1,3032	1,2570	1,1687	1,1191
Ep mes (Kwh/mes)	111059,199	111059,199	108341,246	113739,464	107520,982	110234,502
Ep mes (Mj/mes)	399813,115	399813,115	390028,484	409462,070	387075,537	396844,206
D2	1,881	1,881	1,824	1,720	1,518	1,415
Fraccion solar energetica mensual (f)						
f	1,079	1,057	0,989	0,778	0,513	0,393

Tabla 3.2.16.7.8.1.4. Calculo de la fracción solar energética mensual (Julio-Dic)

Con todos estos datos ya podemos calcular la fracción solar anual  $F(\text{media})$ :

$$F = 0,728 \geq 0,7 \text{ cumple cte}$$

Si la fracción solar anual obtenida no alcanzase el valor de la contribución solar mínima anual resultante de la aplicación de la normativa, los cálculos se deberán repetir hasta obtener una superficie de captación  $S_c$  que cumpla la condición establecida.

Es importante contemplar la tabla 2.1, de la Sección HE4, del DB HE, que expresa que las contribuciones solares que se recogen en el CTE tienen el carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes. Por consiguiente, en los casos de ordenanzas o reglamentos cuya definición sea muy diferente a la de la Sección HE4 y no admita comparación, habrá que realizar dos cálculos en paralelo para elegir la opción más exigente.

Una vez realizado el cálculo de la superficie de captadores solares  $S_c$  que cumplan la contribución solar mínima requerida, se podrá calcular la producción solar prevista definitiva  $EU_{\text{mes}}$  a partir de la demanda energética  $DE_{\text{mes}}$  y la fracción solar mensual.

Es importante tener en cuenta el posible exceso de producción en verano, según se recoge en el párrafo 4, del apartado 2.2.2., de la Sección HE4, del DB HE, que establece que, con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100%, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- a) Dotara la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).
- b) Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
- c) Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el

sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

d) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

Advierte, no obstante, el párrafo 5 que: en el caso de optarse por las soluciones b) y c), dentro del mantenimiento deben programarse las operaciones a realizar consistentes en el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas operaciones se realizarán una semana antes y otra después de cada periodo de sobreproducción energética. No obstante, se recomiendan estas soluciones solo en el caso que el edificio tenga un servicio de mantenimiento continuo. No hay que olvidar la obligación de vigilar, durante todo el año, la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

Estas disposiciones, destinadas a proteger a las instalaciones de sobrecargas excesivas que pueden originar un rápido deterioro y en ciertas situaciones geográficas dificultades en el cumplimiento de la aportación solar mínima, por lo que debe ser estudiada cuidadosamente en cada caso.

#### **3.2.16.7.9. Sistema de acumulación solar**

El volumen de acumulación es una magnitud que permite un cierto grado de elección entre unos límites, teniendo en cuenta que un volumen excesivamente pequeño no permite que el captador transfiera suficiente calor para hacer efectivo su funcionamiento en las horas de mayor emisión solar, y que un volumen excesivamente grande reduce la productividad. El CTE establece que el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$(50 < V/A < 180)$$

(3.2.16.7.9.)

Donde:

- A Suma de las áreas de los captadores, en  $m^2$   
 V Volumen del depósito de acumulación solar, en litros.

Este valor equivale a una horquilla de 50 a 180 l/m<sup>2</sup> de captador, adoptándose en nuestro caso 94,92 l/m<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta que la Sección HE4, del DB HE del CTE, establece que el acumulador del sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto, se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Con lo cual necesitamos acumular un total de 65000 L que se distribuirán en 13 acumuladores de 5000l de capacidad cada uno, el modelo elegido para nuestra instalación es el que se detalla a continuación:

Acumuladores verticales de acero inoxidable AISI 316 con 5 años de garantía.

Serpentines en acero inoxidable 316 de gran superficie de intercambio.

#### ACUVIX 5000 INOX 5000



características	3000 L	4000 L	5000 L
Superficie de intercambio	6,48	7,3	8,11
Diámetro (D mm)	1500	1600	1750
Altura (A mm)	2230	2890	2935
Peso (Kg)	450	600	725
Presión máx. de trabajo (bar)	8		
Temperatura máxima (°C)	90		

Fig: 3.2.16.7.9.

La acumulación solar centralizada es la considerada como más conveniente en el CTE, recordando que el apartado 3.3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE, dice que, preferentemente, el sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores.

El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente, en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados. El motivo de esta disposición es que la conexión en serie invertida favorece la estratificación de las temperaturas. Este sistema se considera como menos conveniente que el anterior en el CTE. No obstante, la tendencia del mercado hacia la individualización de las instalaciones para cada usuario, unida a la dificultad en algunos casos de contar con locales adecuados, hace prever su amplia utilización, al menos en zonas urbanas consolidadas.

Los depósitos de acumulación suelen ser interacumuladores con intercambiador de serpentín o de doble envolvente. De todas formas, pueden diseñarse instalaciones con intercambiadores independientes para cada usuario, de forma que el consumo de A.C.S. se individualice y no se requieran contadores divisionarios de agua caliente.

#### **3.2.16.7.10. caldera biomasa.**

La potencia a instalar resulta:

$$P_{\text{calderas}} = \left[ Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulacion}} \cdot (T_{\text{acumulacion}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}} \right] \cdot 1,16 / \eta_{\text{prdACS}} \quad (3.2.16.7.10.)$$

Donde:

$Q_{\text{punta}}$  = caudal punta

$T_{\text{ACS}}$  = Temperatura de utilización del ACS.

$T_{\text{AFCH}}$  = Temperatura del agua de la red.

$P_{\text{calderas}}$  = Potencia Útil de las calderas.

$\eta_{\text{prdACS}}$  = Rendimiento del sistema de producción de ACS, incluye las pérdidas por intercambio, acumulación, distribución y recirculación.

$V_{\text{acumulacion}} = \text{Volumen total de los depósitos (acumulación o interacumuladores)}$ .

$T_{\text{acumulacion}} = \text{Temperatura de acumulación del agua, pue- de ser igual o superior a la de uso (TACS)}$ .

$F_{\text{uso acumulación}} = \text{Es el factor de uso del volumen acumula- do, depende de la geometría (esbeltez) y del número de depósitos de acumulación, ya que en el interior de los mismos existe una zona de mezcla entre las aguas fría y caliente, en la cual la temperatura resulta inferior a la de uso, por lo que dicho volumen no puede ser utilizado}$ .

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D$$

(H y D: altura y diámetro del depósito, respectivamente).

Si existen varios depósitos conectados hidráulicamente en serie, el factor de uso se aplicará a uno solo, los demás contribuirán con su volumen total; si la conexión es paralelo afecta a todos.

Se tiene una ecuación con tres incógnitas: el caudal durante la punta, el volumen de acumulación y la potencia a instalar; la potencia será mayor cuanto mayor sea el consumo en punta y cuanto menor sea el volumen de acumulación.

El problema fundamental es conocer el caudal punta, tanto en valor como en duración de la misma, para lo cual no existen datos oficiales publicados ni normas establecidas.

Hay algunos métodos de cálculo que determinan la punta y la duración de la misma, pero todos son métodos empíricos, basados en estimaciones. Hipótesis conservadoras, que conllevan sistemas que no presentan problemas de funcionamiento, son tomar como consumo en la hora punta el 50% del consumo medio diario en edificios como viviendas y hoteles, mientras que en polideportivos el consumo presenta más puntas, por lo que se puede considerar que en la hora punta se tiene un consumo del 30% del medio diario.

Cálculos:

$$Q_{\text{punta}} = 65505 \text{ litros/día} \cdot 0,5 = 32752,5 \text{ L}$$

Consideramos una Capacidad de acumulación: 50% del consumo en la punta

$$V_{\text{acumulacion}} = 32752,5 \cdot 0,5 = 16376,25 \text{ L} \approx 15000 \text{ L}$$

por cual vamos a utilizar tres acumuladores de 5000 L de capacidad modelo ACUVIX 5000 INOX 5000

$$H = 2935 \text{ mm}; D = 1750 \text{ mm}$$

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot 2935/1750 = 0,8648$$

$$\eta_{\text{prdACS}} = 0,75$$

Por lo tanto:

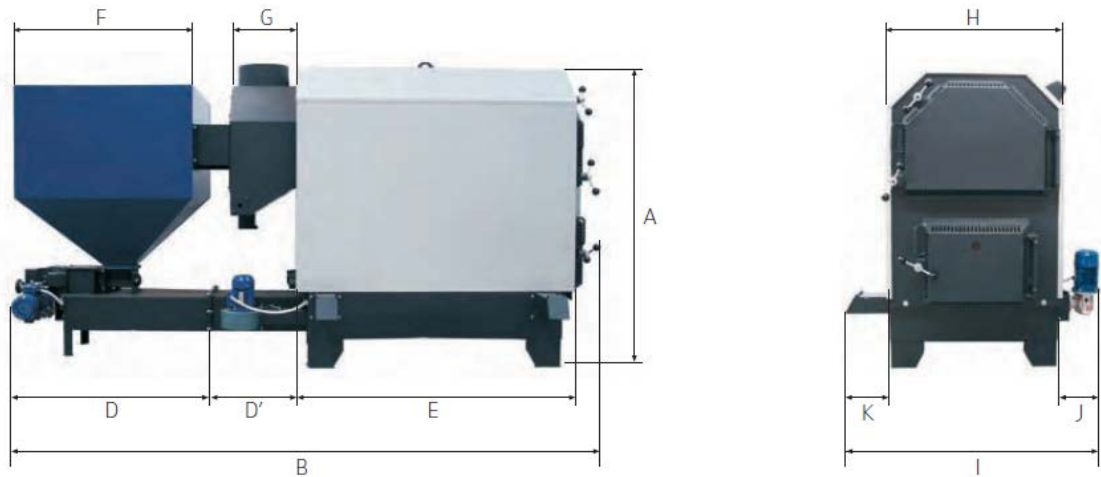
$$P_{\text{calderas}} = [32752,5 \cdot (60 - 12) - 15000 \cdot (70 - 12) \cdot 0,8648] \cdot 1,16/0,75 = 1267870,72 \text{ W} \quad 1267,87 \text{ Kw}$$

Con lo cual se ha seleccionado la siguiente caldera:



Fig: 3.2.16.7.10.1. caldera biomasa GH-BI 1162





		GH-BI 930	GH-BI 1162
Potencia térmica nominal kw	kw	930,2	1104,6
Potencia térmica máxima kw	kw	1095,3	1300
Presión máxima de funcionamiento	bar	3	3
Caudal modulable de consumo de combustible	kg/h	70-150	70-150
Presión modulable alimentación aire combustión	hpa	300-1000	300-1000
Volumen de agua en caldera para calefacción	l.	800	950
Diámetro de conexiones	“	4”	4”
Salida de humos Dimensiones	Ø mm	450	450
	A	2520	2520
	B	4200	4700
	C	200	200
	D	1200	1200
	D'	500	500
	E	2500	3000
	F	970	970
	G	500	500
	H	1500	1500
	I	2005	2005
	J	245	245
	K	260	260

Tabla 3.2.16.7.10. características caldera

Tiempo de recuperación:

$$T_R = 15000 \cdot (70-12) \cdot 1,16 / (1300000 \cdot 0,75) = 1,035h \approx 62 \text{ min}$$

Como respaldo de esta caldera se instalará otra caldera de gasoil de 1273,15 kw

### 3.2.16.7.11 Sistema de intercambio

El intercambiador de calor del sistema de captación solar debe ser capaz de disipar toda la energía procedente de los captadores solares hacia el depósito de acumulación. Según el apartado 3.4.3 de la Sección HE4, del DB HE, cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores.

El CTE establece que, para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

$$S_{\text{util intercambio}} \geq 0,15 \times S_c$$

(3.2.16.7.11.1)

Donde:

$S_{\text{util intercambio}}$	superficie útil del intercambiador interno, en m <sup>2</sup>
$S_c$	superficie total de captadores instalados, en m <sup>2</sup> .

Esta prescripción tiene carácter de mínimo obligatorio, aconsejando otros autores una mayor superficie.

Al igual que en el caso anterior, el CTE, en su documento básico HE establece que, para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1.000 W/m<sup>2</sup> y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P > 500 \times S_c$$

(3.2.16.7.11.2.)

Donde:

- P      potencia mínima del intercambiador, en W  
 S<sub>c</sub>    superficie de captación, en m<sup>2</sup>.

En el caso de nuestra instalación se montarán 2 intercambiadores de placas uno de ellos coge un grupo de 140 colectores y el otro 180 colectores. El modelo elegido es: el modelo S4A-48TL el cual cumple los criterios establecidos por el cte.

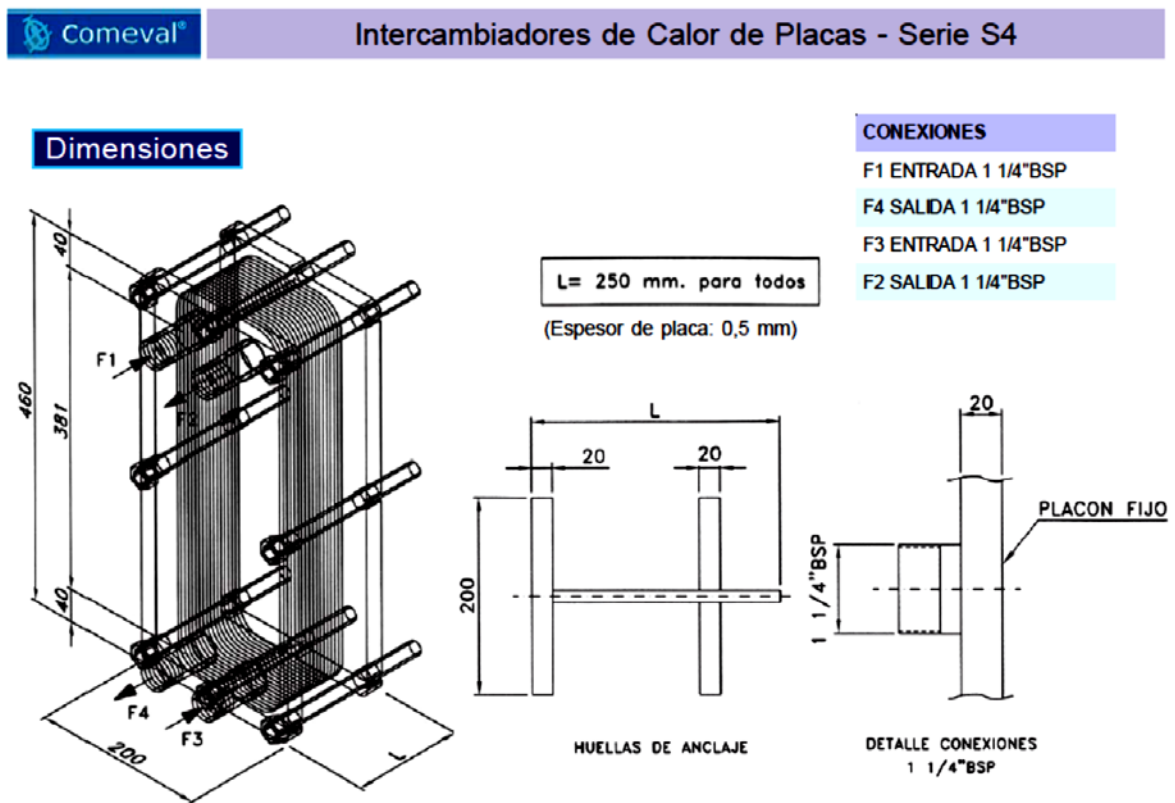


Fig: 3.2.16.7.11. modelo intercambiador

$$P = 2,4 \times 180 \times 500 = 216000 \text{ W} \leq 211000 \times 1.162 = 244944 \text{ W}$$

$$P = 2,4 \times 140 \times 500 = 168000 \text{ W} \leq 211000 \times 1.162 = 244944 \text{ W}$$

**Tabla modelos intercambiadores**

Tipo	Potencia (Kcal/h)	Caudal-I (m3/h)	$\Delta P-I$ (bar)	Caudal-II (m3/h)	$\Delta P-II$ (bar)	S (m2)
S4A-26TL	123.000	8,39	0,376	3,53	0,093	1,02
S4A-29TL	134.000	9,14	0,364	3,85	0,098	1,15
S4A-31TL	145.000	9,89	0,383	4,17	0,094	1,25
S4A-34TL	156.000	10,64	0,377	4,48	0,091	1,35
S4A-36TL	167.000	11,39	0,374	4,8	0,096	1,45
S4A-39TL	178.000	12,14	0,374	5,12	0,094	1,55
S4A-42TL	189.000	12,89	0,376	5,43	0,093	1,70
S4A-45TL	200.000	13,64	0,381	5,75	0,093	1,85
S4A-48TL	211.000	14,39	0,387	6,07	0,093	1,95
S4A-52TL	222.000	15,14	0,423	6,38	0,100	2,15
S4A-52TL	233.000	15,89	0,476	6,70	0,101	2,15

Tabla 3.2.16.7.11. modelo intercambiador

**3.2.16.7.12. Circuito hidráulico**

Un circuito hidráulico se define, en general, como el conjunto de elementos unidos de tal forma que permiten el paso o circulación de la corriente hidráulica para conseguir algún efecto útil.

En el apartado 3.2.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, se enumera, entre los sistemas que conforman la instalación solar térmica, un circuito hidráulico constituido por un conjunto de tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. Se está refiriendo, evidentemente, al circuito primario aunque no se mencionan los restantes circuitos en este apartado.

En las condiciones generales de la instalación, reguladas en el apartado siguiente al anteriormente mencionado se dice que las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que

pueden operar en la instalación.

El Apéndice A, Terminología, de la Sección HE4, recoge las siguientes definiciones:

- **Circuito primario:** circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.
- **Circuito secundario:** circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.
- **Circuito de consumo:** circuito por el cual circula agua de consumo.

En la práctica, según el esquema elegido, existirán como mínimo estos tres circuitos, incluyendo el de distribución de A.C.S., pero en cualquier caso son en todo semejantes, sujetos a las leyes de la hidrodinámica. El apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4, del DB HE, dice que debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado, y si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

Un circuito se considera equilibrado cuando sus distintos ramales tienen una pérdida de carga igual o muy parecida, evitando de esta manera recorridos preferentes, que originarán caudales distintos a los previstos. Además del diseño de los distintos ramales, para que resulten de longitud sensiblemente igual, el párrafo 4 del apartado 3.3.3.2, de la Sección HE4, del DB HE, recomienda el retorno invertido para la conexión entre captadores y entre filas. En cuanto al diseño de los tramos el CTE establece que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

Es importante evitar la formación de bolsas de aire, para ello los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación, de acuerdo con el mismo apartado 3.3.5.2, condición más restrictiva que la que aparece en el RITE, que la establece superior o igual al 0,2%, tanto cuando la instalación esté fría, como cuando esté caliente.

### **3.2.16.7.12.1. Circuito hidráulico primario**

El circuito hidráulico primario es el encargado de establecer el movimiento del fluido que recoge la energía solar hasta el sistema de intercambio y acumulación, y su retorno hasta los captadores.

El campo de captadores está constituido por un número más o menos elevado de ellos, por lo que han de conectarse hidráulicamente entre ellos en grupos, denominados baterías o filas. La Sección HE4, del DB HE, establece en el apartado 3.3.2.2 las condiciones que deben cumplir las conexiones de los captadores:

- Se debe prestar especial atención a la estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.
- Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos.

Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

- Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de A.C.S. se podrán conectar en serie hasta 10 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m<sup>2</sup> en la zona climática III y hasta 6 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas IV y V.
- La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

La disposición más adecuada es la de captadores conectados en paralelo, cuyas filas se conectan también en paralelo, pero razones de espacio y economía pueden imposibilitar a veces esta solución. El equilibrado hidráulico es un requisito reiteradamente expuesto, por lo que hay que realizar el diseño cuidadosamente para evitar que existan recorridos preferentes que puedan originar que algunos

grupos de captadores no reciban el caudal suficiente de fluido caloportador para su correcto funcionamiento.

El método aconsejado en general para lograr el equilibrado consiste en el adecuado diseño de los recorridos de tubería, con "retorno invertido", diseñando el trazado del circuito de modo que no haya recorridos de menor longitud de tuberías. Si se cumple esta condición y la pérdida de carga unitaria por metro de tubería no presenta grandes diferencias entre los diferentes tramos, el circuito queda equilibrado.

En nuestro caso realizaremos el conexionado de los 4 captadores en serie, circulando por todo el circuito el mismo caudal, el cual dependerá del caudal nominal especificado por el fabricante de cualquiera de los captadores puesto que son todos iguales.

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por  $\text{m}^2$  del captador, de su superficie y del número de ellos. El apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, establece que el caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. su valor será del  $45 \text{ l/hm}^2$

También dice el mismo apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4 que, en las instalaciones en las que los captadores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores en serie. Se aprecia nuevamente la importancia de la visión global al proyectar el circuito, porque decisiones aisladas como la conexión de los captadores influyen en el conjunto.

Un valor medio de  $45 \text{ l/(hm}^2\text{)}$  de captación solar, para captadores solares conectados en paralelo, es apropiado para lograr una transferencia adecuada de la energía captada, y es el que se utilizará en este trabajo.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores, porque la conexión distribuye el fluido de forma independiente en cada captador. Sin embargo, una conexión en serie mantiene el caudal constante, siendo el mismo fluido el que atraviesa todos los captadores que componen la fila, aumentando su temperatura en cada paso, aunque con un rendimiento menor.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N$$

(3.2.16.7.12.1.1.)

Donde:

Q	caudal total del circuito primario, en l/h.
$Q_{\text{captador}}$	caudal unitario del captador, en l/(h·m <sup>2</sup> ).
A	superficie de un captador solar, en m <sup>2</sup> .
N	n° de captadores en paralelo, entendiendo que el caudal de una serie equivale a un único captador.

En nuestro caso no hay captadores en paralelo, por tanto no tendremos que multiplicar el caudal unitario de cada captador.

El dimensionado de las tuberías del circuito primario se realiza de la forma habitual de cualquier circuito hidráulico, según las leyes de la dinámica de fluidos en los tubos de sección constante.

En cuanto al diseño de los tramos hay que considerar que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tres variables del cálculo de una tubería son el caudal en el tramo, la pérdida de carga por rozamiento y la altura piezométrica o presión en el conducto. En los circuitos de las instalaciones de energía solar térmica la altura piezométrica se considera a priori igual a cero, debiendo la bomba de circulación proporcionar la necesaria para el movimiento del líquido.

La ecuación de continuidad establece la relación entre el caudal Q, la velocidad v y la sección S, en la tubería de sección constante:

$$Q = v \times S = (v \times \pi \times D_2) / 4$$

(3.2.16.7.12.1.2.)

Siendo:

Q	caudal, en m <sup>3</sup> /s.
---	-------------------------------



- v      velocidad, en m/s.  
S      sección interior de la tubería, en m<sup>2</sup>.  
D      diámetro interior de la tubería, en m.

Utilizando las unidades más habituales, teniendo en cuenta que 1 l/h=278 • 10<sup>-7</sup> m<sup>3</sup>/s, y simplificando la fórmula, se puede obtener despejando la velocidad la expresión siguiente:

$$v = 0,354 \times Q/D^2$$

(3.2.16.7.12.1.3.)

Donde:

- v      velocidad, en m/s.  
Q      caudal, en l/h.  
D      diámetro interior de la tubería, en mm.

Partiendo de un caudal dado, la elección de una velocidad idónea es un factor que se debe ponderar cuidadosamente tanto por cuestiones acústicas, ya que por encima de 1,5 m/s resulta muy ruidosa, como por el depósito de material disuelto, ya que por debajo de 0,5 m/s se producen incrustaciones. Como la Sección HE4 no contiene indicación alguna al respecto, se puede recomendar:

- En derivaciones interiores, no superar 1 m/s.
- En acometidas y distribuidores, puede llegar a 1,5 m/s.
- En exterior y cámaras de instalaciones, hasta 2,5 m/s.

Con estos valores de la velocidad, conociendo el caudal, puede calcularse la sección de la tubería.

El otro aspecto a tener en cuenta en el dimensionado de las tuberías es la pérdida de carga. Los conductos oponen resistencias al fluido resultante debido a rozamiento. Se trata de un fenómeno complejo que ha sido objeto de numerosos estudios desde las investigaciones de Bernuilli en el siglo XVIII, y cuyo resultado es la pérdida de la altura piezométrica, o de presión, en el circuito que hay que compensar mediante el impulso de una bomba, puesto que la presión inicial en el

caso de estos circuitos es cero.

Existen numerosas expresiones empíricas que proporcionan unos resultados aproximados de la pérdida de carga unitaria de un tramo recto de tubería en función del diámetro y de la velocidad o el caudal. El cálculo de caudales se fundamenta en el Principio de Bernuilli que, para un fluido sin rozamiento, se expresa como:

$$h + \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\rho} = \text{constante}$$

(3.2.16.7.12.1.4.)

Donde:

- g      aceleración de la gravedad.
- p      peso específico del fluido.
- P      presión.

El enunciado de este principio es que a lo largo de toda corriente fluida la energía total por la unidad de masa es constante, estando constituida por la suma de presión, la energía cinética por unidad de volumen y la energía potencial igualmente por unidad de volumen. Se aprecia que los tres sumandos tienen unidades de longitud, por lo que el principio normalmente se expresa en hidrodinámica enunciando que, a lo largo de una línea de corriente, la suma de la altura geométrica, la altura de velocidad y la altura de presión se mantiene constante.

La ecuación entre dos puntos 1 y 2 se puede expresar como:

$$h_1 + \frac{v_{12}}{2g} + \frac{P_1}{\rho} = h_2 + \frac{v_{22}}{2g} + \frac{P_2}{\rho} + \text{perdidas}(1,2)$$

(3.2.16.7.12.1.5.)

Siendo pérdidas (1,2) la pérdida de energía (o de altura) que sufre el fluido por rozamiento al circular entre el punto 1 y el punto 2. Esta ecuación es aplicable tanto al flujo por tuberías como al flujo por canales y ríos.

Si llamamos L a la distancia entre los puntos 1 y 2, medidos a lo largo de la conducción, el cociente pérdidas (1-2)/L representa la pérdida de altura por unidad de longitud de conducción. A este valor se le llama pendiente de la línea de energía y se le denomina J en hidráulica, aunque a partir de aquí se emplea la forma más habitual en fontanería  $Pd_{Cunitaria}$ .

En el caso de las tuberías de sección circular constante, de acuerdo con el principio de continuidad de la vena líquida, el agua se traslada en un conducto a sección llena y velocidad constante, por lo que si una rodaja diferencial de masa m y espesor  $\Delta l$ , se traslada entre dos puntos, por el principio de conservación de la energía, se puede poner:

$$mgH + 1/2 mv^2 = 0 + 1/2 mv^2 + R$$

(3.2.16.7.12.1.6.)

Donde R representa la pérdida de energía producida por el rozamiento de la rodaja diferencial, que será por tanto directamente proporcional a la longitud L recorrida, a la altura geométrica H, correspondiente a dicho recorrido lineal, cuyo valor es  $H = v^2/2g$  cuando la altura piezométrica es nula, e inversamente proporcional al diámetro D del tubo, resultando la siguiente expresión, con un coeficiente de proporcionalidad  $\gamma$ :

$$R = mgH = \gamma(v^2/2g)L(1/D)$$

(3.2.16.7.12.1.7.)

Donde mg representa el peso unitario, siendo equivalente en el caso del agua a:

$$mg = \gamma \times v^2/4 \times \Delta l$$

(3.2.16.7.12.1.8.)

Por lo que en el caso del agua:

$$\gamma \times D^2/4 \times \Delta l H = \gamma \times v^2/2g \times L/D$$

(3.2.16.7.12.1.9.)

Por otra parte, la pérdida unitaria  $J$   $P_{dc\text{unitaria}}$  es la relación entre  $H$  y  $L$  por lo que, sustituyendo y despejando, resulta la fórmula general de pérdidas de carga, por unidad de longitud, de los conductos circulares a sección llena:

$$P_{dc\text{ unitaria}} = \lambda v^2 / 2gD$$

(3.2.16.7.12.1.10.)

Donde:

$P_{dc\text{unitaria}}$	pérdida de carga en metro de columna de agua por metro lineal de tubería (m.c.a./m).
$V$	velocidad media circulante, en m/s.
$g$	aceleración de la gravedad, en $m/s^2$ .
$D$	diámetro interior de la tubería en m.
$\lambda=4\gamma/\Delta l$	coeficiente de rozamiento del material del tubo, adimensional.

La práctica de la ingeniería hidráulica ha conducido al desarrollo de numerosas fórmulas experimentales, o derivadas de las ecuaciones fundamentales pero matizadas mediante números adimensionales, particularizando para los distintos materiales utilizados, o bien para límites de secciones del conducto. Podemos mencionar la ecuación de Flamant, para tuberías de menos de 50 mm de diámetro, que es la empleada habitualmente en los cálculos de suministro de agua en instalaciones interiores.

Su expresión es:

$$P_{dc\text{unitaria}} = F \times v^{1.75} / D^{1.25}$$

(3.2.16.7.12.1.11.)

Donde:

$P_{dc\text{unitaria}}$	pérdida de carga, en m de columna de agua por metro lineal de tubería (m.c.a./m).
$v$	velocidad media circulante, en m/s.
$D$	diámetro interior de la tubería, en m.
$F$	constante del material de la tubería.

Hay autores que adoptan para el cálculo la fórmula de Flamant con un coeficiente de rugosidad único sea cual sea el tipo de tubería, por considerar que, pasado un cierto tiempo de utilización, la rugosidad relativa no es la del metal de origen, sino la resultante del material depositado por el agua en la cara interna de la tubería. En el caso de que el líquido caloportador no sea agua, sino que se utilice una mezcla de agua y anticongelante a base de glicol, la pérdida de carga unitaria obtenida por la fórmula anterior deberá multiplicarse por 1,3 para tener en cuenta la mayor viscosidad del fluido.

Puede ser necesario, en ocasiones, relacionar el diámetro con el caudal en lugar de relacionarlo con la velocidad. Una de las expresiones, obtenidas a partir de la fórmula de Flamant, es la que se propone a continuación y es aplicable para tuberías de paredes lisas de cobre, por las que circula agua caliente sin aditivos.

$$P_{dc\text{unitaria}} = 378 \times Q^{1.75} / D^{4.75}$$

(3.2.16.7.12.1.12.)

Donde:

$P_{dc\text{unitaria}}$	pérdida de carga en mm de columna de agua por metro lineal de tubería (mm.c.a./m).
$Q$	caudal de circulación por la tubería, en l/h.
$D$	diámetro interior de la tubería, en mm.

Además de las pérdidas de carga lineales, existen en las tuberías otras debidas a las piezas especiales existentes en el circuito, tales como accesorios, derivaciones, curvas, cambios de sección, llaves, etc., que se denominan aisladas, puntuales o locales. Para el cálculo de las pérdidas de cargas aisladas, o locales, existen varios sistemas:

- El denominado método cinético, el de las longitudes equivalentes y el de aumento de rozamiento de las tuberías (habitualmente un 15%) por las pérdidas locales. El método cinético es el más exacto, pero excesivamente complicado para los usos habituales de los circuitos hidráulicos.
- El método de aumento de rozamiento de las tuberías por las pérdidas locales, consiste en incrementar las pérdidas lineales en un porcentaje, habitualmente un 15%. Para compensar dichas pérdidas. Aunque parece poco riguroso, diversos estudios han llegado a la conclusión de que sus valores son bastante aproximados a los de los otros métodos.

Los valores de cada pérdida de carga equivalente dependen del tipo de singularidad, material, sección de la tubería y datos de fabricación. Por ello estos datos suelen ser proporcionados por los fabricantes, aunque existen tablas genéricas con valores medios aproximados, que pueden utilizarse para el cálculo si no se dispone de otros datos más precisos del fabricante o suministrador.

Accesorio	Diámetro nominal de la tubería								
	12	18	22	28	35	42	54	66,7	76,1
<b>Curva de 45°</b>	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18
<b>Codo de 90°</b>	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01
<b>Curva de 90°</b>	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54
<b>Reducción</b>	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30
<b>T confluencia en ramal</b>	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
<b>T derivación a ramal</b>	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80
<b>Válvula antirretorno de clapeta</b>	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40
<b>Válvula de compuerta</b>	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81
<b>Válvula de asiento inclinado</b>	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69

TABLA 3.2.16.7.12.1. longitudes equivalentes accesorios

### 3.2.17. INSTALACIÓN OBJETO DEL TRABAJO

#### 3.2.17.1. colector solar

El colector solar empleado tendrá las siguientes características:

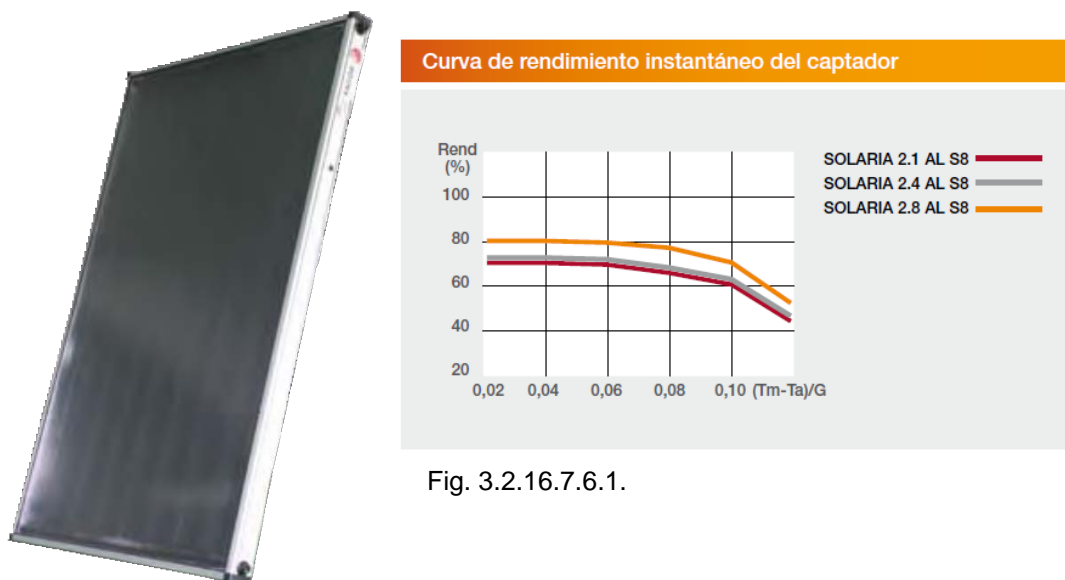


Fig. 3.2.16.7.6.1.

SOLARIA-2.4 AL S8	
<b>DIMENSIONES</b>	
Largo total (mm)	2.200
Ancho total (mm)	1.090
Fondo (mm)	90
Área total (m <sup>2</sup> )	2,40
Área de apertura (m <sup>2</sup> )	2,17
Área del absorbedor (m <sup>2</sup> )	2,14
Peso en vacío (kg)	43
Capacidad de fluido (l)	1,26
Fluido caloportador	agua o agua glicolada
Temperatura de estancamiento (°C)	197,0
Flexión máxima (Pa)	1.000
<b>PRESIONES DE PRUEBA Y CAUDAL RECOMENDADO</b>	

Presión de timbre (bar)	14,0
Presión máxima de trabajo (bar)	8,0
Presión mínima en captador (bar)	1,5
Caudal recomendado (l/h·m <sup>2</sup> )	45,0
Caída de presión en línea (mm.c.a.) ( $q_i$ =l/min)	$1,85 \cdot q_i^2 + 7,32 \cdot q_i$

Tabla 3.2.17.1 Características del colector solar

### 3.2.17.2. Tuberías

Como todos los colectores solares son iguales y están conectados en grupos de 5 en serie serie, por ellos siempre circulará el mismo caudal, de modo que aplicando el caudal recomendado por el fabricante 45l/h m<sup>2</sup>, como tenemos colectores de 2,4 m<sup>2</sup> de superficie total entonces el caudal recomendado es de 108 l/h. Sabiendo que dispone de 4 conexiones de 3/4 " de diámetro para la cual vamos a utilizar una tuberías de cobre de 18 mm de diámetro exterior a partir de estos datos calculamos las velocidades y perdidas de carga en los tramos lo que vamos a representar en la tabla 3.2.17.2 tuberías circuito primario



TUBERIAS RETORNO 140 COLECTORES												
TRAMO		CAUDAL (dm³/s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta(l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)	Longitud	PERDIDAS DE CARGA EN Bar)	C PARA EL COBRE
T 1R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3R	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
T 4R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 5R	TUBERIA GENERAL	0,09	1,0000	0,09	1,00	10,70	18	16,0	0,448	16,0	0,000016475	140,0
T 6R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 7R	TUBERIA GENERAL	0,12	1,0000	0,12	1,00	12,36	18	16,0	0,597	16,0	0,000028052	140,0
T 8R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 9R	TUBERIA GENERAL	0,15	1,0000	0,15	1,00	13,82	22	19,0	0,529	16,0	0,000018356	140,0
T 10R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 11R	TUBERIA GENERAL	0,18	1,0000	0,18	1,00	15,14	22	19,0	0,635	16,0	0,000025720	140,0
T 12R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 13R	TUBERIA GENERAL	0,21	1,0000	0,21	1,00	16,35	22	19,0	0,741	16,0	0,000034207	140,0
T 14R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 15R	TUBERIA GENERAL	0,24	1,0000	0,24	1,00	17,48	28	25,0	0,5	16,0	0,000011507	140,0

T 16R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 17R	TUBERIA GENERAL	0,27	1,0000	0,27	1,00	18,54	28	25,0	0,550	16,0	0,000014308	140,0
T 18R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 19R	TUBERIA GENERAL	0,30	1,0000	0,30	1,00	19,54	28	25,0	0,611	16,0	0,000017388	140,0
T 20R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 21R	TUBERIA GENERAL	0,33	1,0000	0,33	1,00	20,50	28	25,0	0,672	16,0	0,000020741	140,0
T 22R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 23R	TUBERIA GENERAL	0,36	1,0000	0,36	1,00	21,41	35	32,0	0,4	16,0	0,000007322	140,0
T 24R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 25R	TUBERIA GENERAL	0,39	1,0000	0,39	1,00	22,28	35	32,0	0,5	16,0	0,000008490	140,0
T 26R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 27R	TUBERIA GENERAL	0,42	1,0000	0,42	1,00	23,12	35	32,0	0,522	60,0	0,000036517	140,0
TOTAL		0,42								TOTAL	0,00024956	

TUBERIAS IMPLUSIÓN 140 COLECTORES												
TRAMO		CAUDAL (dm <sup>3</sup> /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta(l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)	Longitud	PERDIDAS DE CARGA EN Bar)	C PARA EL COBRE
T 1I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2I	GRUPO 5	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0

	COLECTORES											
T 3I	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
T 4I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 5I	TUBERIA GENERAL	0,09	1,0000	0,09	1,00	10,70	18	16,0	0,448	16,0	0,000016475	140,0
T 6I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 7I	TUBERIA GENERAL	0,12	1,0000	0,12	1,00	12,36	18	16,0	0,597	16,0	0,000028052	140,0
T 8I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 9I	TUBERIA GENERAL	0,15	1,0000	0,15	1,00	13,82	22	19,0	0,529	16,0	0,000018356	140,0
T 10I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 11I	TUBERIA GENERAL	0,18	1,0000	0,18	1,00	15,14	22	19,0	0,635	16,0	0,000025720	140,0
T 12I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 13I	TUBERIA GENERAL	0,21	1,0000	0,21	1,00	16,35	22	19,0	0,741	16,0	0,000034207	140,0
T 14I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 15I	TUBERIA GENERAL	0,24	1,0000	0,24	1,00	17,48	28	25,0	0,5	16,0	0,000011507	140,0
T 16I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 17I	TUBERIA GENERAL	0,27	1,0000	0,27	1,00	18,54	28	25,0	0,550	16,0	0,000014308	140,0
T 18I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 19I	TUBERIA GENERAL	0,30	1,0000	0,30	1,00	19,54	28	25,0	0,611	16,0	0,000017388	140,0

T 20I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 21I	TUBERIA GENERAL	0,33	1,0000	0,33	1,00	20,50	28	25,0	0,672	16,0	0,000020741	140,0
T 22I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 23I	TUBERIA GENERAL	0,36	1,0000	0,36	1,00	21,41	35	32,0	0,4	16,0	0,000007322	140,0
T 24I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 25I	TUBERIA GENERAL	0,39	1,0000	0,39	1,00	22,28	35	32,0	0,5	16,0	0,000008490	140,0
T 26I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 27I	TUBERIA GENERAL	0,42	1,0000	0,42	1,00	23,12	35	32,0	0,522	60,0	0,000036517	140,0
TOTAL		0,42								TOTAL	0,00024956	

TUBERIAS RETORNO 130 COLECTORES												
TRAMO		CAUDAL (dm <sup>3</sup> /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta(l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)	Longitud	PERDIDAS DE CARGA EN Bar)	C PARA EL COBRE
T 1R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3R	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
T 4R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 5R	TUBERIA GENERAL	0,09	1,0000	0,09	1,00	10,70	18	16,0	0,448	16,0	0,000016475	140,0
T 6R	GRUPO 5	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0

	COLECTORES											
T 7R	TUBERIA GENERAL	0,12	1,0000	0,12	1,00	12,36	18	16,0	0,597	16,0	0,000028052	140,0
T 8R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 9R	TUBERIA GENERAL	0,15	1,0000	0,15	1,00	13,82	22	19,0	0,529	16,0	0,000018356	140,0
T 10R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 11R	TUBERIA GENERAL	0,18	1,0000	0,18	1,00	15,14	22	19,0	0,635	16,0	0,000025720	140,0
T 12R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 13R	TUBERIA GENERAL	0,21	1,0000	0,21	1,00	16,35	22	19,0	0,741	16,0	0,000034207	140,0
T 14R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 15R	TUBERIA GENERAL	0,24	1,0000	0,24	1,00	17,48	28	25,0	0,5	16,0	0,000011507	140,0
	TOTAL	0,24								TOTAL	0,00021787	140,0
T 1R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3R	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
T 4R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 5R	TUBERIA GENERAL	0,09	1,0000	0,09	1,00	10,70	18	16,0	0,448	16,0	0,000016475	140,0
T 6R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 7R	TUBERIA GENERAL	0,12	1,0000	0,12	1,00	12,36	18	16,0	0,597	16,0	0,000028052	140,0

T 8R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 9R	TUBERIA GENERAL	0,15	1,0000	0,15	1,00	13,82	22	19,0	0,529	16,0	0,000018356	140,0
TOTAL		0,15								TOTAL	0,00007336	

T16R	TUBERIA GENERAL	0,39	1,0000	0,39	1,00	22,28	35	32,0	0,485	60,0	0,000031839	140,0
TOTAL		0,39								TOTAL	0,00024970	

TUBERIAS IMPULSIÓN 130 COLECTORES												
TRAMO		CAUDAL (dm <sup>3</sup> /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta(l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)	Longitud	PERDIDAS DE CARGA EN Bar)	C PARA EL COBRE
T 1I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3I	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
T 4I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 5I	TUBERIA GENERAL	0,09	1,0000	0,09	1,00	10,70	18	16,0	0,448	16,0	0,000016475	140,0
T 6I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 7I	TUBERIA GENERAL	0,12	1,0000	0,12	1,00	12,36	18	16,0	0,597	16,0	0,000028052	140,0
T 8I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 9I	TUBERIA GENERAL	0,15	1,0000	0,15	1,00	13,82	22	19,0	0,529	16,0	0,000018356	140,0
T 10I	GRUPO 5	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0

	COLECTORES											
T 11I	TUBERIA GENERAL	0,18	1,0000	0,18	1,00	15,14	22	19,0	0,635	16,0	0,000025720	140,0
T 12I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 13I	TUBERIA GENERAL	0,21	1,0000	0,21	1,00	16,35	22	19,0	0,741	16,0	0,000034207	140,0
T 14I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 15I	TUBERIA GENERAL	0,24	1,0000	0,24	1,00	17,48	28	25,0	0,5	16,0	0,000011507	140,0
	TOTAL	0,24								TOTAL	0,00025539	140,0
T 1I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3I	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
T 4I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 5I	TUBERIA GENERAL	0,09	1,0000	0,09	1,00	10,70	18	16,0	0,448	16,0	0,000016475	140,0
T 6I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 7I	TUBERIA GENERAL	0,12	1,0000	0,12	1,00	12,36	18	16,0	0,597	16,0	0,000028052	140,0
T 8I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 9I	TUBERIA GENERAL	0,15	1,0000	0,15	1,00	13,82	22	19,0	0,529	16,0	0,000018356	140,0
	TOTAL	0,15								TOTAL	0,00007336	
T16I	TUBERIA GENERAL	0,39	1,0000	0,39	1,00	22,28	35	32,0	0,485	60,0	0,000031839	140,0

TOTAL	0,39
-------	------

TOTAL	0,00028723
-------	------------

TUBERIAS RETORNO 50 COLECTORES												
TRAMO		CAUDAL (dm <sup>3</sup> /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta(l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)	Longitud	PERDIDAS DE CARGA EN Bar)	C PARA EL COBRE
T 1R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3R	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
T 4R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 5R	TUBERIA GENERAL	0,09	1,0000	0,09	1,00	10,70	18	16,0	0,448	16,0	0,000016475	140,0
	TOTAL	0,18								TOTAL	0,00002695	140,0
T 1R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2R	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3R	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
	TOTAL	0,09								TOTAL	0,00001048	
T6R	TUBERIA GENERAL	0,27	1,0000	0,27	1,00	18,54	22	19,0	0,952	35,0	0,000119119	140,0
	TOTAL	0,27								TOTAL	0,00014607	



TUBERIAS IMPULSIÓN 50 COLECTORES												
TRAMO		CAUDAL (dm³/s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta(l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)	Longitud	PERDIDAS DE CARGA EN Bar)	C PARA EL COBRE
T 1I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3I	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
T 4I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 5I	TUBERIA GENERAL	0,09	1,0000	0,09	1,00	10,70	18	16,0	0,448	16,0	0,000016475	140,0
	TOTAL	0,18								TOTAL	0,00002695	140,0
T 1I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 2I	GRUPO 5 COLECTORES	0,03	1,0000	0,03	1,00	6,18	18	16,0	0,149	20,0	0,000002698	140,0
T 3I	TUBERIA GENERAL	0,06	1,0000	0,06	1,00	8,74	18	16,0	0,298	16,0	0,000007781	140,0
	TOTAL	0,09								TOTAL	0,00001048	
T6I	TUBERIA GENERAL	0,27	1,0000	0,27	1,00	18,54	22	19,0	0,952	35,0	0,000119119	140,0
	TOTAL	0,27								TOTAL	0,00014607	
T17R	TUBERIA GENERAL	0,84	1,0000	0,84	1,00	32,70	42	39,0	0,703	41,0	0,000034327	140,0
	TOTAL	0,84								TOTAL	0,00004211	
T17I	TUBERIA	0,84	1,0000	0,84	1,00	32,70	42	39,0	0,703	41,0	0,000034327	140,0

	GENERAL											
	TOTAL	0,84								TOTAL	0,00015345	
T18R	TUBERIA GENERAL	0,78	1,0000	0,78	1,00	31,51	42	39,0	0,653	35,0	0,000025549	140,0
	TOTAL	0,78								TOTAL	0,00005988	
T18I	TUBERIA GENERAL	0,78	1,0000	0,78	1,00	31,51	42	39,0	0,653	35,0	0,000025549	140,0
	TOTAL	0,78								TOTAL	0,00005988	
T19R	TUBERIA GENERAL	0,54	1,0000	0,54	1,00	26,22	35	32,0	0,671	40,0	0,000038755	140,0
	TOTAL	0,54								TOTAL	0,00006430	
T19I	TUBERIA GENERAL	0,54	1,0000	0,54	1,00	26,22	35	32,0	0,671	40,0	0,000038755	140,0
	TOTAL	0,54								TOTAL	0,00006430	
T20R	TUBERIA GENERAL	1,32	1,0000	1,32	1,00	41,00	54	50,0	0,672	30,0	0,000017283	140,0
	TOTAL	1,32								TOTAL	0,00005604	
T20I	TUBERIA GENERAL	1,32	1,0000	1,32	1,00	41,00	54	50,0	0,672	30,0	0,000017283	140,0
	TOTAL	1,32								TOTAL	0,00005604	
T21R	TUBERIA GENERAL	2,16	1,0000	2,16	1,00	52,44	64	60,0	0,764	60,0	0,000035376	140,0
	TOTAL	2,16								TOTAL	0,00028494	

T21I	TUBERIA GENERAL	2,16	1,0000	2,16	1,00	52,44	64	60,0	0,764	60,0	0,000035376	140,0
	TOTAL	2,16								TOTAL	0,00028494	

tabla 3.2.17.2 tuberías circuito primario

Podemos ver que debido a la velocidad del fluido las pérdidas de carga son casi nulas.

Además de las pérdidas de carga lineales, existen en las tuberías otras debidas a las piezas especiales existentes en el circuito, tales como accesorios, derivaciones, curvas, cambios de sección, llaves, etc., que se denominan aisladas, puntuales o locales.

### 3.2.17.3. aislamiento

Las tuberías deben estar convenientemente aisladas. El RITE establece el grosor mínimo del aislamiento de las tuberías en función de la temperatura máxima de fluido que circula por su interior y el diámetro de la canalización. Cuando los componentes estén aislados al exterior, el espesor indicado en las tablas anteriores será incrementado, como mínimo, en 10 mm para fluidos calientes.

Estos espesores mínimos son válidos para materiales de aislamiento con una conductividad térmica  $\lambda$  igual a 0,040 W/(m K) a 20 °C. Para materiales de aislamiento con una conductividad  $\lambda$ , diferente de W/(m K), el RITE indica la siguiente expresión para el cálculo del espesor mínimo  $e$ :

$$e = D_i/2 [\text{EXP} (\lambda/0.04 \times \ln \times D_i + 2 \times e_{\text{ref}}/D_i) - 1]$$

(3.2.17.3.)

Donde:

$e$	espesor mínimo del aislamiento, en mm.
$e_{\text{ref}}$	espesor mínimo del aislamiento según tabla.
$D_i$	diámetro interior del aislamiento, en mm.
$\lambda_i$	conductividad térmica del material de aislamiento, en W/(K).
$\lambda_{\text{ref}}$	conductividad térmica de referencia 0,040 W/(m K).
EXP	significa función exponencial del número $e$ (2,7183).

Se utilizarán en todos los conductos del circuito primario envolventes aislantes de 50 mm.

Tabla 3.2.17.3.: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 3.2.17.3.: Espesores mínimos de aislamiento (mm)

### 3.2.17.4. Bomba

La circulación del fluido caloportador es semejante al de un sistema convencional de calefacción o A.C.S., realizándose con ayuda de bombas de circulación, o circuladores. Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, no la presión hidrostática porque la columna de agua ejerce fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose sus efectos. Los dos valores característicos de una bomba de circulación son la altura manométrica  $H$  que proporciona la bomba o pérdida de carga que es capaz de vencer, y el caudal de circulación  $Q$ , cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

La bomba del circuito primario de captación debe elegirse a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación y la altura manométrica del punto de funcionamiento. La altura manométrica  $H$  de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías.
  - La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador.
- La pérdida de carga de los captadores solares.

$$H = P_{dc_{tuberías}} + P_{dc_{intercambiador}} + P_{dc_{captadores}}$$

(3.2.17.4.)

Las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor  $Pd_{\text{Intercambiador}}$ , y en los captadores solares es una información que deben suministrar los fabricantes de estos componentes. En el caso de los captadores solares se suministra una curva de pérdida de carga en función del caudal de circulación, obtenida mediante un ensayo en laboratorio. Conocidos estos dos valores,  $Q$  y  $H$ , se selecciona una bomba cuya curva característica esté por encima del punto de funcionamiento de diseño. Para obtener con precisión el caudal real deseado, es posible instalar una válvula de equilibrado hidráulico en el tramo general de circuito primario, ajustada en la posición adecuada.

En la instalación objeto del presente trabajo se instalarán bombas de circulación BOMBA LM 80160 GRUNDFOS o similar para circuito primario con un caudal de 32.8M3/H y una altura manométrica de 8.4mcda.

### 3.2.17.5. Vaso de expansión

El volumen del vaso de expansión depende del volumen total de fluido en el circuito primario de la instalación y del coeficiente de dilatación en función de la mezcla de agua y anticongelante del fluido caloportador y del salto térmico producido en las condiciones extremas de la instalación. Si el vaso de expansión es cerrado, caso habitual, también interviene el factor de presión, o relación entre la presión final absoluta del vaso de expansión (o presión de tarado de la válvula de seguridad) y la diferencia entre las presiones absolutas final e inicial del vaso de expansión. Para calcular el volumen de un vaso de expansión cerrado se emplea la siguiente fórmula:

$$V_{\text{vaso}} = V \times n \times P_f / P_f - P_i$$

(3.2.17.5.1.)

Donde:

$V_{\text{vaso}}$  volumen del vaso de expansión, litros.

$V$  volumen de fluido caloportador en el circuito primario, litros.

$n$  coeficiente de dilatación, adimensional.

$P_f$  presión absoluta final del vaso de expansión, kg/cm<sup>2</sup>.

$P_i$  presión absoluta inicial del vaso de expansión,  $\text{kg/cm}^2$ .

La fracción  $P_f / (P_f - P_i)$  se denomina factor de presión  $F$ , y representa el cociente entre la presión final y la diferencia entre las presiones final e inicial. Como valor de  $P_f$  suele partirse del valor de la presión correspondiente al tarado de la válvula de seguridad,  $P_{vs}$ , que es la máxima a la que la instalación puede funcionar y constituye el límite que nunca se debe alcanzar durante las condiciones de operación, incluso en estado de estancamiento. La presión de la válvula de seguridad se elige en función de las presiones nominales de los componentes del circuito primario. Estos a menudo tienen una presión nominal de 10 bar, mientras que la de 6 bar suele ser bastante común en las instalaciones pequeñas.

Para obtener la presión absoluta, el valor de tarado de la válvula de seguridad debe incrementarse en  $1 \text{ kg/cm}^2$ , que es la presión atmosférica, y aplicar un valor reductor de 0,90, porque si el límite fuera el mismo que el de la válvula ésta podría dispararse frecuentemente. Con esto resulta:

$$P_f = 0,90 P_{vs} + 1$$

(3.2.17.5.2.)

La presión inicial,  $P_i$ , de llenado del circuito será como mínimo de  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  al nivel de los captadores solares para evitar la entrada de aire en el circuito, a la que se suma 1 por la presión atmosférica ( $P. = 1,5 \text{ kg/cm}^2$  de presión absoluta). A este valor deberá añadirse la presión correspondiente a la altura de la columna de agua situada sobre el vaso, o presión estática  $P$ . Si la diferencia de cota existente entre el punto más alto de la instalación y la posición del vaso es de 10 m, la presión estática a añadir será de  $1 \text{ kg/cm}^2$  de presión relativa (es decir,  $2 \text{ kg/cm}^2$  de presión absoluta). En este caso, el valor de  $P$ . sería de  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  de presión absoluta. Es decir:

$$P_i = P_{est} + 0,5 + 1$$

(3.2.17.5.3.)

Hay que tener en cuenta que cuando se habla de presiones en kg/cm<sup>2</sup>, en realidad se está hablando de kilopondio, o kilogramo fuerza:

$$kp = 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ N}$$

(3.2.17.5.4.)

Al convertir de metros a centímetros resulta una equivalencia de 1 kp /cm<sup>2</sup> = 9,81 N/ cm<sup>2</sup> x 10.000 cm<sup>2</sup> /m<sup>2</sup> = 98.100 N/m<sup>2</sup> (Pascuales) 1 atm = 101.325 Pa = 0,968 kp/cm<sup>2</sup>. Es decir, cuando se habla de un kg/cm<sup>2</sup>, que es lo mismo que decir 1 bar, unidad de presión que no corresponde con el Sistema Internacional, cuya unidad de medida es el Pascal, se está hablando de la presión en kilopondios equivalente a una atmósfera, con un pequeño error.

El coeficiente de dilatación,  $n$ , de la mezcla depende de su composición y del salto térmico, si consideramos la dilatación desde 4 °C hasta 100 °C, el valor para agua sin aditivos, es igual a 0,043. En el caso de que se utilice agua con anticongelante y no se disponga de información concreta respecto a la dilatación de la mezcla, se puede tomar un valor igual a 0,08. Se aconseja, en general, seguir las instrucciones del fabricante de los productos anticongelantes.

Respecto a su posición en el circuito, el apartado 3.3.5.4 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, indica que los vasos de expansión se conectarán preferentemente en la aspiración de la bomba, y que la altura a la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure que el fluido no se desborda y no se introduce aire en el circuito primario. La conexión al circuito primario debe realizarse de forma directa, sin intercalar ninguna válvula o elemento de cierre que pueda aislar el vaso de expansión del circuito que debe proteger.

Aplicando las formulas anteriores obtenemos los siguientes datos y el volumen del vaso de expansión.

Se llega la conclusión de la instalación de 6 vasos de expansión de 200 l

2 para el grupo140 de paneles



2 para el grupo 130 de paneles

2 para el grupo 50 de paneles

Su colocación se indica en el plano 21 esquema conexión colectores acs

#### **3.2.17.6. Purgas de aire**

El CTE establece que en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm<sup>3</sup>. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

#### **3.2.17.7. Válvula de seguridad**

La válvula de seguridad es un dispositivo de protección de los componentes de la instalación frente a las variaciones de presión y temperatura. El DB HE del CTE en el apartado 3.4.6, de la Sección HE4, establece que las válvulas de seguridad deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

El RITE, en la IT 1.3 establece que en todos los circuitos cerrados de líquidos o vapores se dispondrá, por lo menos, de una válvula de seguridad cuya apertura impida el aumento de presión interior por encima de la de timbre. Su descarga será visible y estará conducida a un lugar seguro.

La válvula de seguridad debe tener, para su control y mantenimiento, un dispositivo de accionamiento manual tal que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de la misma. En los circuitos en contacto con la atmósfera dicha válvula puede ser sustituida por un tubo de seguridad.

La presión a la que se abre es lo que se denomina tarado de la válvula de seguridad, y debe ser inferior a la presión máxima que pueda soportar el elemento más débil de la instalación, que suele ser el vaso de expansión cerrado.

Como valores orientativos, la presión máxima de los componentes es de 10 bar, siendo la presión de la válvula en instalaciones pequeñas y medianas aproximadamente de 3 bar y en las instalaciones grandes hasta 7 bar.

#### **3.2.17.8. Circuito hidráulico secundario**

El circuito secundario es obligatorio, de acuerdo con el apartado 3.2.2, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. El circuito secundario va del intercambiador externo al acumulador, o del interacumulador a la instalación de apoyo de energía convencional auxiliar, dependiendo del esquema de la instalación. En el primer caso será necesario un circuito terciario, pero es un sistema más eficiente energéticamente.

Todo esto se puede apreciar mejor en la parte planos

#### **3.2.17.9. Circuito hidráulico de distribución de A.C.S.**

El circuito hidráulico de distribución del agua caliente sanitaria para el consumo tiene diversas configuraciones, según el esquema elegido para la instalación. La forma de cálculo es igual a la de cualquier instalación de distribución de A.C.S. La normativa de aplicación es el DB HS Salubridad, del CTE, en su Sección HS4 Suministro de agua, cuyo apartado 4.2.1, dimensionado de los tramos, dice:

1. El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento, como a su altura geométrica.
2. El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo con este procedimiento:
  - a) El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo a la tabla 2.1.
  - b) Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.

- c) Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- d) Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
  - Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
  - Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s.
- e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

El apartado 4.4.1, Dimensionado de las redes de impulsión de A.C.S., de la Sección HS4, del DB HS, dice que para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se seguirá el mismo método de cálculo que para las redes de agua fría. También habrá que tener en cuenta el RITE.

La temperatura es la de consumo, y los materiales son los admitidos para suministro de A.C.S., que se comentaron anteriormente.

Este tipo de circuito no será objeto de análisis en este trabajo

#### **3.2.17.10. Sistema de energía convencional auxiliar**

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, el DB HE del CTE en el apartado 3.3.6, de la Sección HE4, establece que las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar, con la limitación de que queda prohibido su uso en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

En nuestro caso aparte de la caldera necesaria que será una caldera de pellet reflejada en los apartados anteriores se instalará otra caldera de potencia similar de gasoil para asegurar el funcionamiento de la instalación

### **3.2.17.11. Sistema de control**

Una instalación solar térmica nunca funcionaría correctamente sin un adecuado sistema de control. Este sistema asume la función de regular los flujos de energía entre los captadores, el acumulador y el consumo. El proceso tiene dos fases:

- El control del proceso de carga, que tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y de transferirla al acumulador de manera eficaz.
- El control del proceso de descarga, para garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

En cualquier caso, el concepto básico es favorecer el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar, y no al revés. El DB HE del CTE en el apartado 3.3.7, Sistema de control, de la Sección HE4, establece las condiciones que debe cumplir este componente de la instalación, tal como se reproduce a continuación:

1. El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.
2. En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.
3. Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima

temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

4. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.
5. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.
6. Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar.
7. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

En base a este conjunto de prescripciones, la cuestión más importante a la hora de diseñar una instalación solar térmica es que el control de la misma debe ser diferencial, es decir, se deben realizar mediciones entre la zona más caliente y la más fría de la instalación, actuando en consecuencia.

La regulación en las instalaciones de energía solar consiste básicamente en medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el acumulador, y disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca o no circulación de fluido, en función de que el momento sea o no favorable para conseguir un incremento neto de la energía útil acumulada.

### 3.2.17.12. Configuración con acumulación solar centralizada

La regulación de una instalación solar térmica con acumulación centralizada consiste en la puesta en marcha y la detención de las bombas de circulación en función de las condiciones existentes en cada momento. Para realizar estas funciones se emplean termostatos diferenciales con al menos dos sondas de temperatura:

si  $T_1 - T_2 > 6 \text{ o } 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , la bomba se pone en marcha

si  $T_1 - T_2 < 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , la bomba se detiene.

Una sonda de temperatura, la sonda caliente  $T_v$  se sitúa a la salida de uno de los grupos de captadores solares, de modo que su lectura sea representativa de la temperatura en los captadores. La segunda sonda, la sonda fría  $T$ , se sitúa en la parte inferior del acumulador solar del que parte la conexión hacia el intercambiador.

El termostato diferencial pone en marcha la bomba cuando la temperatura de la sonda caliente de los captadores supera en unos 4 o 7  $^{\circ}\text{C}$  a la temperatura de la sonda fría situada en el acumulador y lo detiene cuando la diferencia es inferior a unos 2  $^{\circ}\text{C}$ , de acuerdo con el apartado 3.3.7, de la Sección HE4.

El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2  $^{\circ}\text{C}$  y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7  $^{\circ}\text{C}$ . La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2  $^{\circ}\text{C}$ .

Los saltos de temperatura entre  $T$ , y  $T_2$  para la regulación de la bomba del circuito secundario pueden ser modificados con la instalación en marcha para optimizar su funcionamiento.

El circuito de distribución tiene una regulación independiente, mediante un termostato diferencial, con la sonda caliente situada en la parte superior del acumulador centralizado y la sonda fría instalada en la canalización de retorno del circuito de distribución, con los mismos saltos térmicos para la puesta en marcha y la detención.

### 3.2.17.13. Sistema de medida

Las instalaciones solares térmicas, al igual que todas las instalaciones que conducen fluidos a presión y temperaturas elevadas, suelen incluir una serie de elementos de medida, que son de gran utilidad para evaluar su funcionamiento y cuantificar sus prestaciones reales, siendo obligatorios en algunos casos y en otros no, dependiendo del volumen de la instalación. Ya se ha visto, en el apartado del sistema de control, que son necesarios al menos los siguientes:

- Termómetro en el circuito primario solar, a la salida de los captadores solares.
- Termómetro en el circuito primario solar, en el retorno hacia los captadores solares, para evaluar el salto térmico en los intercambiadores, en su caso.
- Termómetro en el punto más frío de la acumulación solar.

Son necesarios también:

- Manómetro para conocer la presión del circuito primario de captadores.
- Manómetro en el circuito secundario o en la acumulación solar.
- Termómetro para comprobar la temperatura de distribución o utilización.

El apartado 3.3.8 de la Sección HE4 establece la obligatoriedad, a efectos de comprobación futura del rendimiento de la instalación, de instalar además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m<sup>2</sup> al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- a) Temperatura de entrada agua fría de red.
- b) Temperatura de salida acumulador solar.
- c) Caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo. Estos datos serán necesarios para el seguimiento de la Calificación Energética de los edificios, cuando se realice la transposición a nuestro país de la Directiva Europea.

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **ANEXO III: CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N  
15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero



**INDICE**

3.3. Instalación de calefacción.....	3
3.3.1. DATOS CLIMATICOS.....	3
3.3.3. Calculo cargas térmicas.....	7
3.3.3.1. INTRODUCCIÓN.....	7
3.3.3.2. NORMAS PARA CONSULTA:.....	8
3.3.3.3. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y SÍMBOLOS .....	9
3.3.3.4. Símbolos y unidades .....	11
3.3.3.5. PRINCIPIO DEL METODO DE CÁLCULO .....	13
3.3.3.6. CONSIDERACIONES GENERALES .....	14
3.3.3.6.1. Procedimiento de cálculo para un espacio calentado .....	14
3.3.3.6.2. Procedimiento de cálculo para un edificio colectivo o para un edificio .....	15
3.3.3.7. DATOS REQUERIDOS .....	18
3.3.3.7.1. Datos climáticos .....	18
3.3.3.7.2. Datos del edificio .....	18
3.3.3.8. Calculo habitación tipo A “doble deluxe”.....	30
3.3.3.8.1. Cálculo de las pérdidas caloríficas. ....	34
3.3.3.8.2 Pérdidas por transmisión en los cerramientos. ....	34
3.3.3.8.3. Pérdidas por ventilación.....	35
3.3.3.8.4. Pérdidas por puentes térmicos. ....	35
3.3.3.9. Resultado final pérdidas totales calefacción hotel y tipo de fancoils elegidos .....	42
3.3.4. Instalación de refrigeración.....	49
3.3.4.1. Temperaturas de cálculo. ....	49
3.3.4.2. Cálculo de las pérdidas caloríficas. ....	49

3.3.4.3. Pérdidas por transmisión en los cerramientos. ....	50
3.3.4.4. Pérdidas por ventilación. ....	50
3.3.4.5. Pérdidas por puentes térmicos.....	51
3.3.4.6. perdidas por ocupación. ....	51
3.3.4.7 Pérdidas por iluminación. ....	52
3.3.4.8. Pérdidas caloríficas por local.....	52
3.3.4.9. Resultado final pérdidas totales refrigeración hotel y tipo de fancoils elegidos .....	60
3.3.5. conclusiones finales.....	66

### 3.3. Instalación de calefacción.

#### 3.3.1. DATOS CLIMATICOS

Guía técnica

Condiciones climáticas exteriores de proyecto

Provincia	Estación	Indicativo
Huelva	Huelva (Ronda Este)	4642E

UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD

Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
19	37°16'48"	06°54'35"W	69.314	14.481	7.638	

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS <sub>99,6</sub> (°C)	TS <sub>99</sub> (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-3,2	2,2	3,6	13,8	87,1	34,2

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS <sub>0,4</sub> (°C)	THC <sub>0,4</sub> (°C)	TS <sub>1</sub> (°C)	THC <sub>1</sub> (°C)	TS <sub>2</sub> (°C)	THC <sub>2</sub> (°C)	OMDR (°C)
43,8	36,4	23,7	34,4	23,0	32,6	22,3	16,9

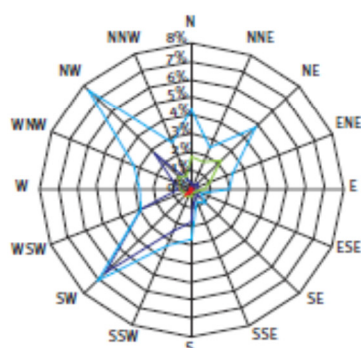
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH <sub>0,4</sub> (°C)	TSC <sub>0,4</sub> (°C)	TH <sub>1</sub> (°C)	TSC <sub>1</sub> (°C)	TH <sub>2</sub> (°C)	TSC <sub>2</sub> (°C)
24,2	24,2	23,4	23,4	22,6	22,6

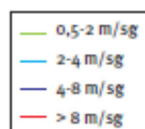
VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD <sub>15</sub> (°C)	GD <sub>20</sub>	GDR <sub>20</sub>	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	10,5	12,9	126	248	0		
Febrero	11,9	14,2	89	193	1		
Marzo	14,4	16,4	55	153	6		
Abril	16,0	18,0	32	114	12		
Mayo	19,4	21,5	11	61	46		
Junio	23,6	25,7	0	13	103		
Julio	25,5	27,7	0	5	135		
Agosto	25,4	27,4	0	4	130		
Septiembre	22,8	25,0	0	14	74		
Octubre	19,3	21,4	6	47	28		
Noviembre	14,3	16,7	48	133	3		
Diciembre	11,6	13,8	89	197	0		

Rosa de los vientos: velocidad media 3,09 m/s



Valores normales. Periodo 1971-2000. Huelva. Ronda Este  
Rosa de los vientos. Anual



Calmas: 14%

Fig. 3.3.1. datos climáticos Huelva

**3.3.1.1. Geográficos relativos a la estación****LAT:** Latitud (°)**LONG:** Longitud (°)**a.s.n.m. (m):** Altura sobre el nivel del mar (m)**2) Relativos a las condiciones de diseño de equipos y cálculo de cargas**

Se distinguirá entre datos necesarios para calefacción y refrigeración, utilizando el concepto de nivel percentil (porcentaje de horas anuales en los que la temperatura de la localidad es sobrepasado por un cierto valor, es decir, el valor de la temperatura seca de una localidad con un nivel percentil del 0,4 % supone que un número de horas de  $24 \cdot 365 \cdot 0,4/100 = 35$  h la temperatura de dicha localidad está por encima de este valor).

**Datos referidos a calefacción:****TS (99,6%):** temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 99,6%.**TS (99%):** temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 99%.**TSMIN:** temperatura seca (°C) mínima registrada en la localidad.**OMDC:** oscilación media diaria (°C) (máxima-mínima diaria) de los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil del 99%.**HUMcoin:** Humedad relativa media coincidente (%) (se da a la vez que se tiene el nivel percentil del 99% en temperatura seca).**Datos referidos a refrigeración:****TS (0,4%):** temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 0,4%.**THC (0,4%):** temperatura húmeda coincidente (°C) en el mismo instante que se tiene una temperatura seca con el nivel percentil del 0,4%.**TS (1%):** temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 1%.**THC (1%):** temperatura húmeda coincidente (°C) en el mismo instante que se tiene una temperatura seca con el nivel percentil del 1%.**TS (2%):** temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 2%.**THC (2%):** temperatura húmeda coincidente (°C) en el mismo instante que se tiene una temperatura seca con el nivel percentil del 2%.**OMDR:** oscilación media diaria (°C) (máxima-mínima diaria) de los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil del 1%.**TSMAX:** temperatura seca (°C) máxima registrada en la localidad.**TH (0,4%):** temperatura húmeda (°C) de la localidad con un percentil del 0,4%.

**TSC (0,4%):** temperatura seca coincidente (°C) cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 0,4%.

**TH (1%):** temperatura húmeda (°C) de la localidad con percentil del 1%.

**TSC (1%):** temperatura seca coincidente (°C) cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 1%.

**TH (2%):** temperatura húmeda (°C) de la localidad con un percentil del 2%.

**TSC (2%):** temperatura seca coincidente (°C) cuando se tiene una temperatura húmeda con el nivel percentil del 2%.

**OMA:** oscilación media anual de temperatura seca (°C). Se define como la diferencia de la temperatura seca con un nivel percentil del 0,4% respecto a la temperatura seca con un 99,6%, es decir:

$$OMA = TSC (0,4\%) - TS (99,6\%)$$

Para extrapolar las condiciones de diseño en función de la hora solar y del mes considerado es de aplicación la norma UNE 100014-1984.

### **3) Relativos a cálculos simples de demanda de calefacción**

#### **y ACS**

**TA:** temperatura seca media mensual (°C).

**TASOL:** temperatura seca media mensual durante las horas de sol (°C).

**TTERR:** temperatura media mensual del terreno (°C) a una profundidad de 20 cm. (Se podría establecer una correlación con la anterior, o viceversa; ver anexo 1).

**RADH:** radiación media diaria sobre superficie horizontal en forma mensual (kWh/m<sup>2</sup>).

**GD15/15:** grados día de calefacción con base 15/15 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 15°C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores negativos (se expresa finalmente en número absoluto dicho valor).

**GD20/20C:** grados día de calefacción con base 20/20 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 20°C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores negativos (se expresa finalmente en número absoluto dicho valor).

**GD20/20R:** grados día de refrigeración con base 20/20 en forma mensual. Suma mensual del valor horario de la temperatura seca con respecto a 20°C dividido por 24 y únicamente contabilizando los valores positivos. Para estimar la temperatura del agua de red para las diferentes capitales de provincia utilizar la norma UNE

94002-2005.

### **3.3.2. Pérdidas caloríficas.**

#### **Temperaturas de cálculo.**

Las temperaturas de cálculo se han obtenido de acuerdo a lo especificado en el RITE para la temperatura interior y de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Meteorología para la exterior.

	Temperatura (°C)
Exterior	3,6
Interior	21

Tabla 3.3.2.: Temperaturas de cálculo.

### **3.3.3. Cálculo cargas térmicas**

#### **3.3.3.1. INTRODUCCIÓN**

El método para el cálculo de las necesidades de suministro de calor, en condiciones de diseño normalizadas, para asegurar que se obtiene la temperatura interior de diseño.

Cálculo de la carga térmica de diseño:

- con un planteamiento recinto por recinto, o espacio calentado por espacio calentado, con el propósito de dimensionar los emisores de calor;
- con un planteamiento de edificio completo o edificio colectivo, con el propósito de dimensionar el suministro de calor.

Métodos para el cálculo de la pérdida térmica de diseño y la carga térmica de diseño, para casos básicos en las condiciones de diseño.

Los casos básicos incluyen todo tipo de edificios:

- con recintos con una altura limitada (no superior a 5 m);
- donde se asume que están calentados hasta condiciones estables, en las condiciones de diseño.

Son ejemplos de ese tipo de edificios: edificios residenciales, edificios administrativos y de oficinas, escuelas, bibliotecas, hospitales, edificios de recreo, prisiones, edificios de hostelería, centros comerciales y otros edificios de negocios, edificios industriales.

### **3.3.3.2. NORMAS PARA CONSULTA:**

EN 673 Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica, U. Método de cálculo.

EN ISO 6946 Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo. (ISO 6946:1996).

EN ISO 10077-1 Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Parte 1: Método simplificado. (ISO 10077-1:2000).

EN ISO 10077-2 Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Parte 2: Método numérico para marcos (ISO 10077-2:1998).

EN ISO 10211-1 Puentes térmicos en edificación. Cálculo de flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 1: Métodos generales. (ISO 10211-1:1995).

EN ISO 10211-2 Puentes térmicos en edificación. Cálculo de flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 2: Puentes térmicos lineales. (ISO 10211-2:2001).

EN ISO 10456 Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño. (ISO 10456:1999).



EN 12524 Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores de diseño tabulados.

EN ISO 13370 Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo. (ISO 13370:1998).

EN ISO 14683 Puentes térmicos en la edificación. Transmitancia térmica lineal. Métodos simplificados y valores por defecto. (ISO 14683:1999).

### 3.3.3.3. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y SÍMBOLOS

- **sótano:** Se considera a un recinto como sótano, cuando más del 70% de la superficie de los muros exteriores están en contacto con el terreno.
- **elementos del edificio:** Componentes del edificio, como un muro o un suelo.
- **edificio colectivo:** volumen total de los espacios calentados por un sistema común de calefacción (es decir, viviendas individuales) donde el suministro de calor a cada vivienda individual puede controlarse centralmente por el ocupante.
- **diferencia de temperatura de diseño:** Diferencia entre la temperatura interior de diseño y la temperatura exterior de diseño.
- **pérdida térmica de diseño:** Cantidad de calor por unidad de tiempo que sale del edificio al medio ambiente exterior, en condiciones específicas de diseño.
- **coeficiente de pérdida térmica de diseño:** Pérdida térmica de diseño por unidad de diferencia de temperatura.

- **transferencia de calor de diseño:** Calor transferido en el interior de un edificio colectivo o de un edificio.
- **carga térmica de diseño:** Flujo de calor requerido, necesario para alcanzar las condiciones especificadas de diseño.
- **pérdida térmica de diseño por transmisión del espacio considerado:** Pérdida térmica al exterior como resultado de la conducción térmica a través de las superficies circundantes, y transferencia de calor entre espacios calentados en el interior del edificio.
- **pérdida térmica de diseño por ventilación del espacio considerado:** Pérdida térmica al exterior por ventilación e infiltraciones a través de la envolvente del edificio y calor transferido por ventilación entre espacios calentados.
- **temperatura del aire exterior:** Temperatura del aire en el exterior del edificio.
- **temperatura exterior de diseño:** Temperatura del aire exterior utilizada para el cálculo de la pérdida térmica de diseño.
- **espacio calentado:** Espacio que se ha de calentar a la temperatura interior de diseño especificada.
- **temperatura del aire interior:** Temperatura del aire en el interior del edificio.
- **temperatura interior de diseño:** Temperatura operativa en el centro del espacio calentado (a una altura de entre 0,6 m y 1,6 m) utilizada para el cálculo de la pérdida térmica de diseño.

- **temperatura exterior media anual:** Valor medio de la temperatura exterior durante el año.
- **temperatura operativa:** Media aritmética de la temperatura del aire interior y la temperatura radiante media.
- **zona térmica:** Parte del espacio calentado con un punto de consigna dado y con variaciones espaciales de la temperatura interior despreciables.
- **espacio no calentado:** Espacio que no forma parte del espacio calentado.
- **sistema de ventilación:** Sistema que suministra el caudal de aire especificado.
- **zona:** Grupo de espacios que tienen características térmicas similares.

#### 3.3.3.4. Símbolos y unidades

Se aplicarán los siguientes símbolos, unidades e índices

Tabla Símbolos y unidades

Símbolo	Nombre	Unidad
$A, b, c, f$	varios factores de corrección	–
$A$	superficie	$m^2$
$B'$	parámetro característico	m
$c_p$	capacidad térmica específica, a presión constante	$J/(kg \cdot K)$
$d$	espesor	m
$e_i$	coeficiente de protección	–
$e_k, e_l$	factores de corrección por la orientación	–
$G_w$	factor de corrección por agua en el terreno	–

$h$	coeficiente de transferencia de calor por superficie	$W/(m^2 \cdot K)$
$H$	coeficiente de pérdida térmica, coeficiente de transferencia de	$W/K$
$l$	longitud	$m$
$n$	índice de renovación de aire exterior	$h^{-1}$
$n_{50}$	índice de renovación de aire, a 50 Pa de diferencia de presión, entre el interior y el exterior del edificio	$h^{-1}$
$P$	perímetro de suelo enlosado	$m$
$Q$	cantidad de calor, cantidad de energía	$J$
$T$	temperatura termodinámica en la escala Kelvin	$K$
$U$	transmitancia térmica o coeficiente de transmisión térmica	$W/(m^2 \cdot K)$
$v$	velocidad del aire	$m/s$
$V$	volumen	$m^3$
$\dot{V}$	caudal	$m^3/s$
$\varepsilon$	factor de corrección de la altura	–
$\Phi$	pérdida térmica, potencia térmica	$W$
$\Phi_{HL}$	carga térmica	$W$
$\eta$	eficacia	$\%$
$\lambda$	conductividad	$W(m \cdot K)$
$\theta$	temperatura en la escala Celsius	$^{\circ}C$
$\rho$	densidad del aire a $\theta_{int,i}$	$kg/m^3$
$\psi$	transmitancia térmica lineal	$W/(m \cdot K)$

Tabla 3.3.3.4..1 Símbolos y unidades

### Tabla índices

a = aire	h = altura	o = operativo
A = edificio colectivo	inf = infiltración	r = media radiante
bdg,B = edificio	int = interno	RH = recalentamiento

bf =	suelo del sótano	i,j =	espacio calentado	su =	suministro
bw =	muro del sótano	k =	elementos del edificio	T =	transmisión
e =	externo, exterior	l =	punto térmico	tb =	tipo de edificio
env =	envolvente	m =	media anual	u =	espacio no calentado
equiv =	equivalente	mech =	mecánico	V =	ventilación
ex =	extraído	mín. =	mínimo	$\Delta\theta$ =	temperatura interior más alta
g =	terreno	nat =	natural	W =	agua, ventana/muro

Tabla 3.3.3.4.2. Índices

### 3.3.3.5. PRINCIPIO DEL METODO DE CÁLCULO

El método de cálculo para los casos básicos se basa en las siguientes hipótesis:

- se asume que la distribución de la temperatura es uniforme (temperatura del aire y temperatura de diseño);
- las pérdidas térmicas se calculan en condiciones estables asumiendo propiedades constantes, como valores de temperatura, características de los elementos del edificio, etc.

El procedimiento para los casos básicos puede utilizarse en la mayoría de los edificios:

- con una altura de techo no mayor que 5 m;
- calentados, o que se asume que se han calentado, a una temperatura estable especificada;
- donde la temperatura del aire y la temperatura operativa se asumen que es la misma.

Inicialmente, se calculan las pérdidas térmicas de diseño. Estos resultados se utilizan para determinar la carga térmica de diseño.

Para el cálculo de las pérdidas térmicas de diseño del espacio calentado, deben considerarse los siguientes componentes:

- la pérdida térmica de diseño por transmisión, que es la pérdida de calor al exterior como consecuencia de la conducción térmica a través de las superficies circundantes, y también la transferencia de calor entre espacios calentados debido al hecho de que los espacios adyacentes calentados pueden estar calentados a diferentes temperaturas o se asume que lo están. Por ejemplo, recintos adyacentes, pertenecientes a otro apartamento, puede asumirse que están calentados a una temperatura fija correspondiente a un apartamento desocupado.
- la pérdida térmica de diseño por ventilación, que es la pérdida de calor al exterior por ventilación o por infiltración a través de la envolvente del edificio y el calor transferido por ventilación desde un espacio calentado a otro espacio calentado, dentro del edificio.

### **3.3.3.6. CONSIDERACIONES GENERALES**

#### **3.3.3.6.1. Procedimiento de cálculo para un espacio calentado**

Los pasos del procedimiento de cálculo para un espacio calentado son los siguientes (véase la figura 3.3.3.6.2):

- a) se determina el valor de la temperatura exterior de diseño y la temperatura exterior media anual;

- b) se especifica el estado de cada espacio (calentado o no) y los valores de la temperatura interior de diseño de cada espacio calentado;
- c) se determinan las características térmicas y dimensionales de los elementos del edificio para cada espacio calentado y no calentado;
- d) se calcula el coeficiente de pérdida térmica de diseño por transmisión, y se multiplica por la diferencia de temperatura de diseño, para obtener la pérdida térmica de diseño por transmisión del espacio calentado;
- e) se calcula el coeficiente de pérdida térmica de diseño por ventilación, y se multiplica por la diferencia de temperatura de diseño, para obtener la pérdida térmica de diseño por ventilación del espacio calentado;
- f) se obtiene la pérdida térmica de diseño total, del espacio calentado, sumando la pérdida térmica de diseño por transmisión y la pérdida térmica de diseño por ventilación;
- g) se calcula la capacidad de calentamiento del espacio calentado, es decir, la potencia adicional requerida para compensar los efectos de un calentamiento intermitente;
- h) se obtiene la carga térmica de diseño total, del espacio calentado, sumando la pérdida térmica de diseño total y la capacidad de calentamiento.

#### **3.3.3.6.2. Procedimiento de cálculo para un edificio colectivo o para un edificio**

Para calcular el suministro de calor, por ejemplo, un intercambiador de calor o un generador de calor, debe calcularse la carga térmica de diseño total del edificio colectivo o del edificio. El procedimiento de cálculo está basado en los resultados del cálculo espacio calentado por espacio calentado.

Los pasos del procedimiento de cálculo para un edificio colectivo o un edificio son los siguientes:

- a) se suman las pérdidas térmicas de diseño por transmisión de todos los espacios calentados, sin considerar la transferencia de calor en los límites del sistema especificado, para obtener la pérdida térmica de diseño total por transmisión del edificio colectivo o del edificio;
- b) se suman las pérdidas térmicas de diseño por ventilación de todos los espacios calentados, sin considerar la transferencia de calor en los límites del sistema especificado, para obtener la pérdida térmica de diseño total por ventilación del edificio colectivo o del edificio;
- c) se obtiene la pérdida térmica de diseño total del edificio colectivo o del edificio, sumando la pérdida térmica de diseño total por transmisión y la pérdida térmica de diseño total por ventilación;
- d) se suma la capacidad de calentamiento de todos los espacios calentados para obtener la capacidad de calentamiento total del edificio colectivo o del edificio, necesaria para compensar los efectos del calentamiento intermitente;
- e) se obtiene la carga térmica de diseño total del edificio o del edificio colectivo, sumando la pérdida térmica de diseño total y la capacidad de recalentamiento total.



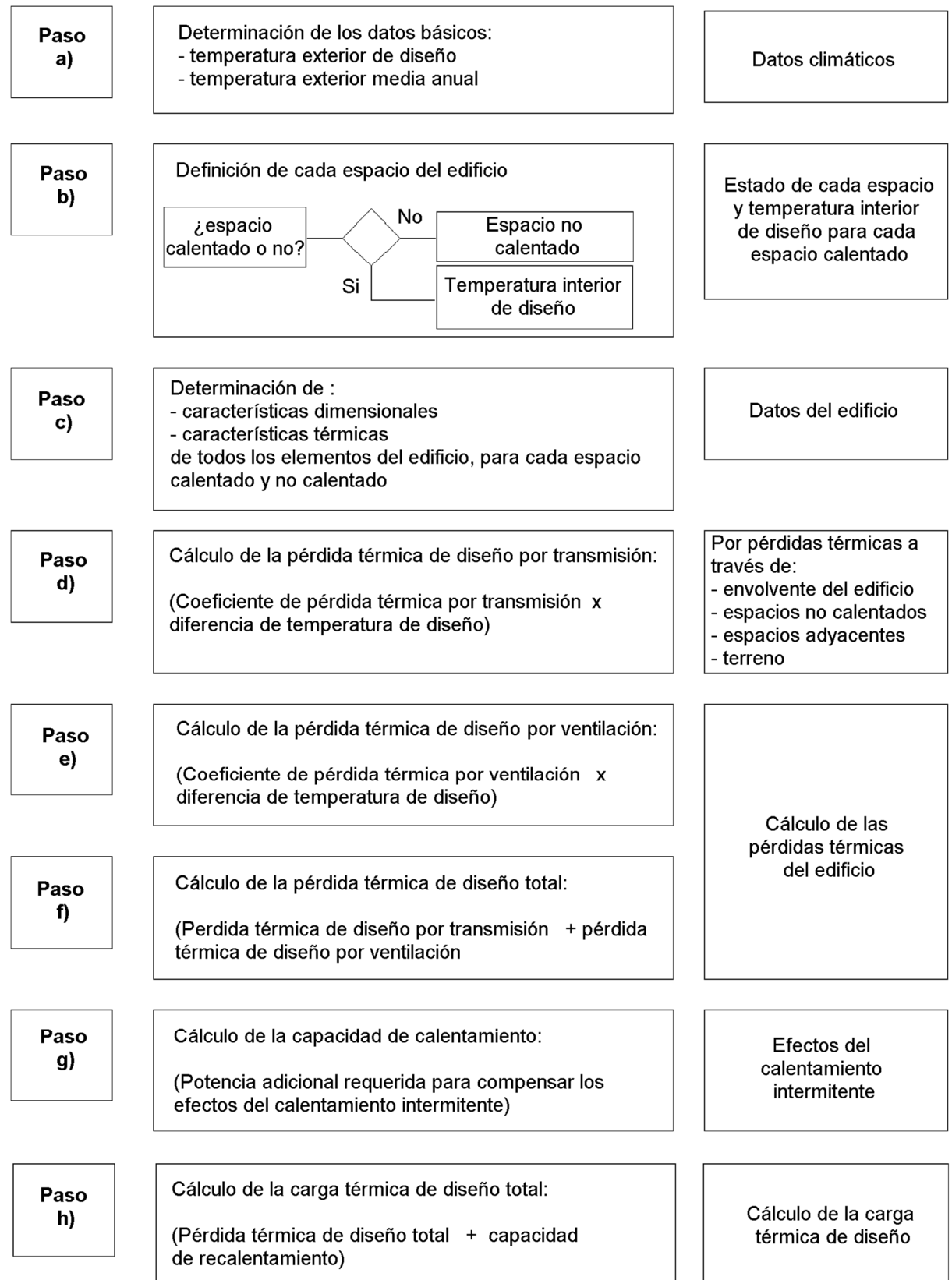


Fig. 3.3.3.6.2 – Procedimiento de cálculo para un espacio calentado.

### 3.3.3.7. DATOS REQUERIDOS

Se requieren los siguientes datos.

#### 3.3.3.7.1. Datos climáticos

Para este método de cálculo, se utilizan los siguientes datos climáticos:

- temperatura exterior de diseño,  $\theta_e$ , para el cálculo de la pérdida térmica de diseño al exterior;
- temperatura exterior media anual,  $\theta_{m,e}$ , para el cálculo de la pérdida térmica de diseño al terreno.

Tienen que realizarse cálculos para determinar los datos climáticos de diseño. Como no existe todavía un acuerdo europeo sobre el cálculo y presentación de estos parámetros climáticos, deben utilizarse los valores nacionales definidos y publicados.

Para el cálculo y presentación de la temperatura exterior de diseño, los organismos nacionales o públicos pueden referirse al trabajo de Norma prEN ISO 15927-5. Otra posibilidad para determinar la temperatura exterior de diseño es utilizar los datos de la agencia estatal de meteorología (aemet) Fig. 3.3.1. datos climáticos Huelva. Temperatura de cálculo 3,6 ° C

Temperatura interior de diseño

La temperatura interior utilizada para el cálculo de la pérdida térmica de diseño es la temperatura interior de diseño,  $\theta_{nt}$ . dato obtenido del rite 2007 en nuestro caso consideramos una temperatura de 21 °C

#### 3.3.3.7.2. Datos del edificio

A continuación, se indican los datos de entrada requeridos para un cálculo recinto por recinto:

$V_i$  = volumen interior de aire de cada recinto (espacios calentados y no calentados), en metros cúbicos ( $m^3$ );

$A_k$  = superficie de cada elemento del edificio, en metros cuadrados ( $m^2$ );

$U_k$  = transmitancia térmica de cada elemento del edificio, en watos por metro cuadrado por grado Kelvin ( $W/m^2 \cdot K$ );

$\Psi_l$  = transmitancia térmica lineal de cada puente térmico lineal, en watos por metro cuadrado por grado Kelvin ( $W/m^2 \cdot K$ );

$L$  = longitud de cada puente térmico lineal (m).

Los cálculos de la transmitancia térmica o coeficiente de transmisión térmica (valor  $U$ ) de los elementos del edificio, deben realizarse con respecto a las condiciones límite y las características del material que se definen y recomiendan en los trabajos de norma (pr)EN o normas correspondientes. En la tabla siguiente, se da un resumen de todos los parámetros que se utilizan en el cálculo de los valores  $U$  de los elementos del edificio, junto con la referencia de la norma apropiada a aplicar. Si son de aplicación condiciones o reglamentaciones típicas locales, se puedan aplicar los valores nacionales. Dichos valores deben definirse y publicarse a nivel nacional.

### Parámetros para el cálculo de los valores $U$

Símbolos y unidades	NOMBRE DEL PARAMETRO	Referencia de norma o trabajo de norma
$R_{si} (m^2 \cdot K/W)$	Resistencia de la superficie interior	EN ISO 6946
$R_{se} (m^2 \cdot K/W)$	Resistencia de la superficie exterior	EN ISO 6946
$\lambda (W/m \cdot K)$	Conductividad térmica (materiales homogéneos): <ul style="list-style-type: none"> <li>determinación de los valores declarados y de diseño (procedimiento)</li> <li>valores de diseño tabulados (valores de seguridad)</li> <li>tipos de terrenos</li> </ul>	EN ISO 10456 EN 12524 EN ISO 13370 normas nacionales

$R (\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$	Resistencia térmica de materiales no homogéneos	EN ISO 6946
$R_a (\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$	Resistencia térmica de cámaras de aire o cavidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• cámaras de aire sin ventilar, ligeramente ventiladas y bien ventiladas</li> </ul>	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1
$U (\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Transmitancia térmica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• método general de cálculo</li> <li>• ventanas, puertas (valores calculados y tabulados)</li> <li>• marcos (método numérico)</li> <li>• acristalamiento</li> </ul>	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1 prEN ISO 10077-2 EN 673
$\Psi (\text{W}/\text{m} \cdot \text{K})$	Transmitancia térmica lineal (puentes térmicos): <ul style="list-style-type: none"> <li>• cálculo detallado (numérico – 3D)</li> <li>• cálculo detallado (2D)</li> <li>• cálculo simplificado</li> </ul>	EN ISO 10211-1 EN ISO 10211-2 EN ISO 14683
$\chi (\text{W}/\text{K})$	Transmitancia térmica puntual (puentes térmicos 3D)	EN ISO 10211-1

Tabla 3.3.3.7.2.1. Parámetros para el cálculo de los valores U

A continuación, se añaden una serie de tabla sacadas del CATÁLOGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CTE para el cálculo de la transmitancia térmica U

Código	Sección	Datos entrada		HS <sup>(1)</sup>	HE <sup>(2)</sup>	HR <sup>(3)(4)</sup>		
		RE	GI			U (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>A</sub> (dBA)	R <sub>Atr</sub> (dBA)
F 3.18		R1 o B3	5		$1/(0,72+R_{AT})^{(5)}$ $1/(1,65+R_{AT})^{(6)}$	54 <sup>(5)</sup> 50 <sup>(6)</sup>	51 <sup>(5)</sup> 47 <sup>(6)</sup>	427 <sup>(5)</sup> 344 <sup>(6)</sup>
F 3.19 <sup>(8)</sup>		R1	4		$1/(0,49+R_{AT})^{(5)}$ $1/(1,07+R_{AT})^{(6)}$	56 <sup>(5)</sup> 53 <sup>(6)</sup>	51 <sup>(5)</sup> 48 <sup>(6)</sup>	302 <sup>(5)</sup> 242 <sup>(6)</sup>
		R3 o B3	5					
F 3.20 <sup>(8)</sup>		R1 o B3	5		$1/(0,64+R_{AT})^{(5)}$ $1/(1,22+R_{AT})^{(6)}$	63 <sup>(5)</sup> 60 <sup>(6)</sup>	58 <sup>(5)</sup> 55 <sup>(6)</sup>	302 <sup>(5)</sup> 242 <sup>(6)</sup>
F 3.21		R1	3		$1/(0,68+R_{AT})$	47 [50]	44 [47]	207 [239]
		R3 o B3	5					
F 3.22		R1	4		$1/(0,85+R_{AT})$	47 [50]	44 [47]	207 [239]
		R3 o B3	5					
F 3.23 <sup>(8)</sup>		R1	3		$1/(0,56+R_{AT})$	52 [54]	47 [49]	144 [168]
		R3 o B3	5					
F 3.24 <sup>(8)</sup>		R1	4		$1/(0,71+R_{AT})$	59 [61]	54 [56]	144 [168]
		R3 o B3	5					
F 3.25		R1	4		$1/(0,93+R_{AT})$	52 [53]	49 [50]	299 [324]
		R3 o B3	5					
F 3.26		R1 o B3	5		$1/(1,10+R_{AT})$	52 [53]	49 [50]	299 [324]
F 3.27 <sup>(8)</sup>		R1	4		$1/(0,81+R_{AT})$	55 [56]	50 [51]	236 [253]
		R3 o B3	5					

Fig: 3.3.3.7.2.1 datos para el cálculo de U de los muros exteriores

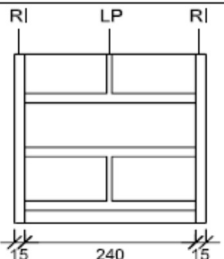
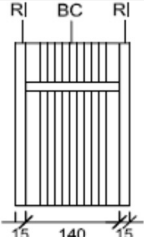
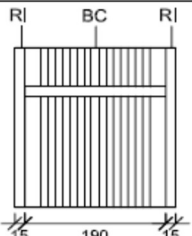
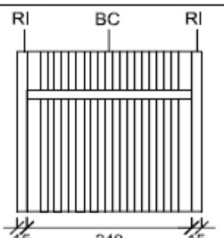
Código	Sección	Hoja de fábrica HF	HE <sup>(7)</sup>	HR <sup>(8)</sup>	
			R (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>A</sub> (dBA)	m (kg/m <sup>2</sup> )
P1.5		LP	0,40	49 [50]	284 [313]
P1.6		BC	0,37	43 [45]	136 [160]
P1.7		BC	0,49	47 [48]	185 [198]
P1.8		BC	0,62	50 [51]	228 [245]

Fig: 3.3.3.7.2.2. datos para el cálculo de U de los muros interiores

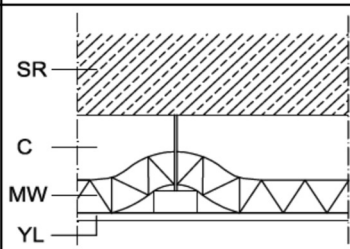
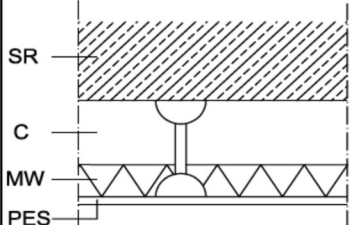
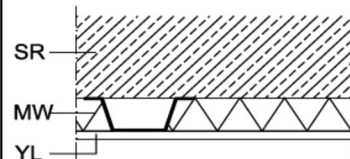
TECHOS CONTINUOS							
<div>SRforjado u otro soporte resistente</div> <div>TStecho suspendido</div> <div>Ccámara de aire</div> <div>ATaislante</div> <div>MWlana mineral<sup>(1)</sup></div> <div>YLplaca de yeso laminado, suspendida mediante tirantes metálicos</div> <div>PESplaca de escayola, suspendida mediante tirantes de estopa</div>							
Código	Sección	espesor			HE <sup>(2)</sup>	HR <sup>(3)(4)</sup>	
		placa (mm)	MW (mm)	C (mm)	R <sub>TS</sub> (m²K/W)	ΔR <sub>A</sub> <sup>(5)</sup> (dBA)	ΔL <sub>W</sub> (dB)
T01		15	—	≥ 100	0,22	5	5
			≥ 50	≥ 100	0,22+R <sub>AT</sub>	13	9
				≥ 150		15	
		≥ 80	≥ 100	0,22+R <sub>AT</sub>	14	9	
			≥ 150		15		
		2x12,5	≥ 50	≥ 100	0,22+R <sub>AT</sub>	14	9
			≥ 150	15			
T02		16	≥ 80	≥ 120	0,22+R <sub>AT</sub>	10	6
T03		15	—	48	0,22	0	0
			50	—	0,06+R <sub>AT</sub>	1	5

Fig: 3.3.3.7.2.3. datos para el cálculo de U de los techos continuos

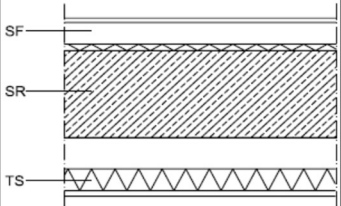
PARTICIÓN INTERIOR HORIZONTAL				
SF suelo flotante SR forjado u otro soporte resistente TS techo suspendido				
Sección	HE		HR	
	U (W/m <sup>2</sup> K)	f <sub>Rsi</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>A</sub> (dBA)	L <sub>n,w</sub> (dB)
	$1/(0,20+R_F+R_{SF}+R_{TS})^{(1)}$ $1/(0,34+R_F+R_{SF}+R_{TS})^{(2)}$	1-0,25·U	$R_{A,SR}+\Delta R_{A,SF}+0,5\cdot\Delta R_{A,TS}^{(3)}$ $R_{A,SR}+\Delta R_{A,TS}+0,5\cdot\Delta R_{A,SF}^{(4)}$	$L_{n,w,SR} - \Delta L_{w,SF} - \Delta L_{w,TS}$

Fig: 3.3.3.7.2.4. datos para el cálculo de U de las particiones interiores horizontales

Aislantes térmicos				
Material o producto	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
<b>Poliestireno Expandido (EPS)</b>	-	0,039 <sup>(1)</sup> – 0,029	-	20 - 100
<b>Poliestireno Expandido Elastificado (EEPS)</b>	-	0,046 – 0,029	-	-
<b>Poliestireno Extruído (XPS)</b>	-	-	-	-
Expandido con dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	-	0,039 - 0,033	-	100 - 220
Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	-	0,039 - 0,029	-	100 - 220
<b>Lana mineral (MW)</b>	-	0,050 - 0,031	-	1
<b>Espuma rígida de Poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR)</b>	-	-	-	-
Proyección con Hidrofluorcarbono HFC	30 - 60	0,028	-	60 - 150
Proyección con dióxido de carbono CO <sub>2</sub> celda cerrada	40 - 60	0,035 - 0,032	-	100 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento permeable a los gases.	-	0,030 - 0,027	-	60 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento impermeable a los gases.	-	0,025 - 0,024	-	∞
Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	15 - 20	0,040	-	≤ 20
<b>Otros materiales aislantes)</b>	-	-	-	-
Corcho expandido (ICB) <sup>(2)</sup>	-	-	-	-
Arcilla Expandida <sup>(3)</sup>	325 - 750	0,148 – 0,095	-	1
Panel de perlita expandida (EPB) (>80%)	140 - 240	0,062	-	5
Panel de vidrio celular (CG)	100 - 150	0,050	-	∞
Guata o fieltro de poliéster	20 y 50	0,038 – 0,033	-	-
Espuma de polietileno reticular	-	0,072 – 0,038	-	-
Espuma de polietileno no reticulado	-	0,042 – 0,035	-	-

Fig: 3.3.3.7.2.5. datos para el cálculo de los aislantes



Productos cerámicos				
Producto	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W/m·K	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
Azulejo cerámico	2300	1,30	840	$\infty$
Bloque cerámico de arcilla aligerada	910	0,28	1000	10
Bovedilla o casetón cerámico	500	0,67	1000	10
Ladrillo hueco LH	770	0,32	1000	10
Ladrillo hueco gran formato GF	650	0,29	1000	10
Ladrillo perforado LP	780	0,35	1000	10
Ladrillo macizo LM	2300	0,85	1000	10
Plaqueta o baldosa cerámica	2000	1,00	800	30
Plaqueta o baldosa de gres	2500	2,30	1000	30
Tablero cerámico	650	0,29	1000	10
Teja de arcilla cocida	2000	1,00	800	30
Teja cerámica-porcelana	2300	1,30	840	30
<b>Gres</b>				
Gres cuarzoso	$2600 \leq \rho \leq 2800$	2,60	1000	30
Gres(sílice)	$2200 \leq \rho \leq 2590$	2,30	1000	30
Gres calcáreo	$2000 \leq \rho \leq 2700$	1,90	1000	20

Fig: 3.3.3.7.2.6. datos para el cálculo de los materiales ceramicos

Enlucidos				
Material	HE			
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$\lambda$ W / m·K	$c_p$ J / kg·K	$\mu$
Enlucido de yeso	$1000 \leq \rho \leq 1300$	0,57	1000	6
	$\rho \leq 1000$	0,40	1000	6
Enlucido de yeso aislante <sup>(1)</sup>	$600 \leq \rho \leq 900$	0,30	1000	6
	$500 \leq \rho \leq 600$	0,18	1000	6

Fig: 3.3.3.7.2.7. datos para el cálculo de los enlucidos

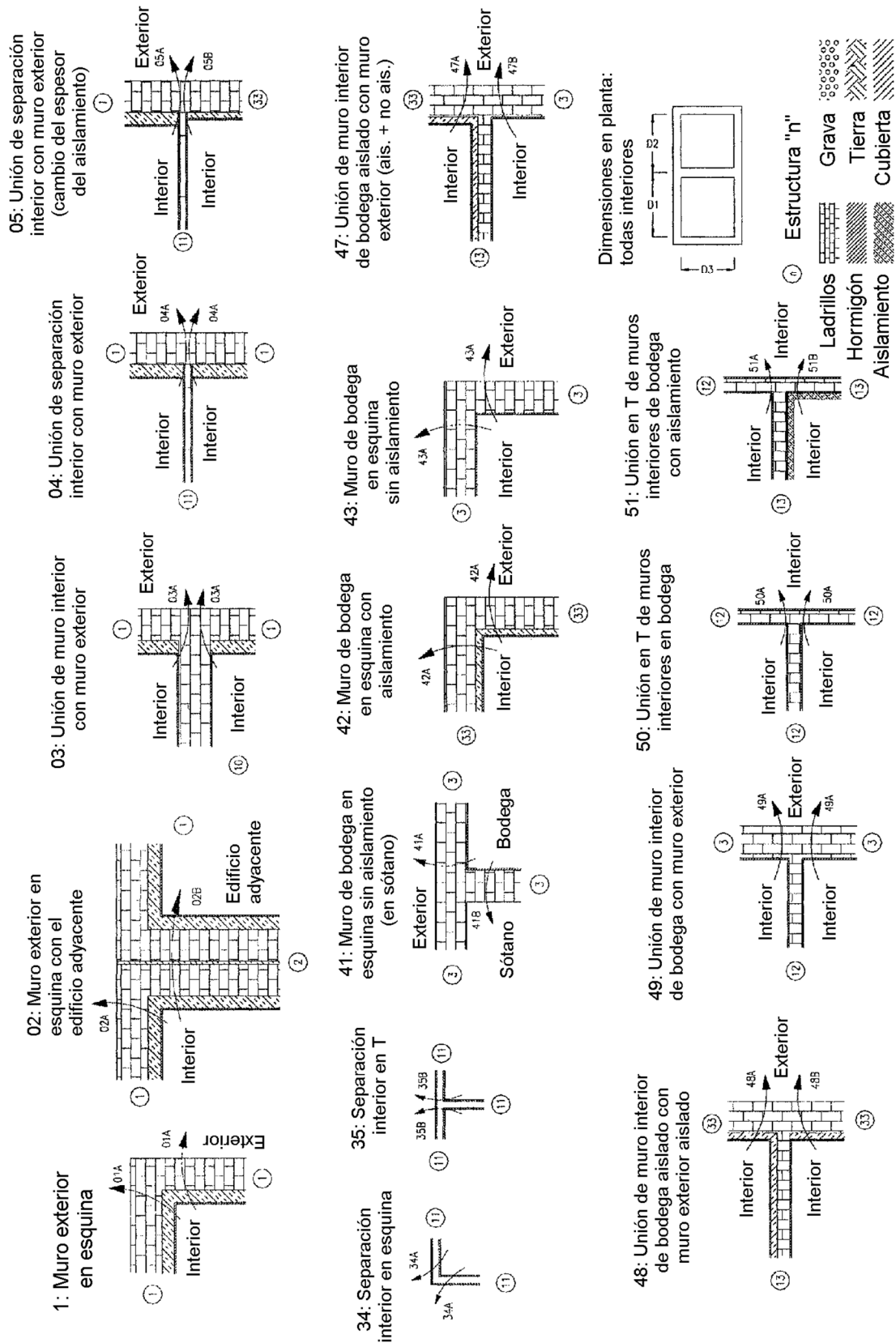
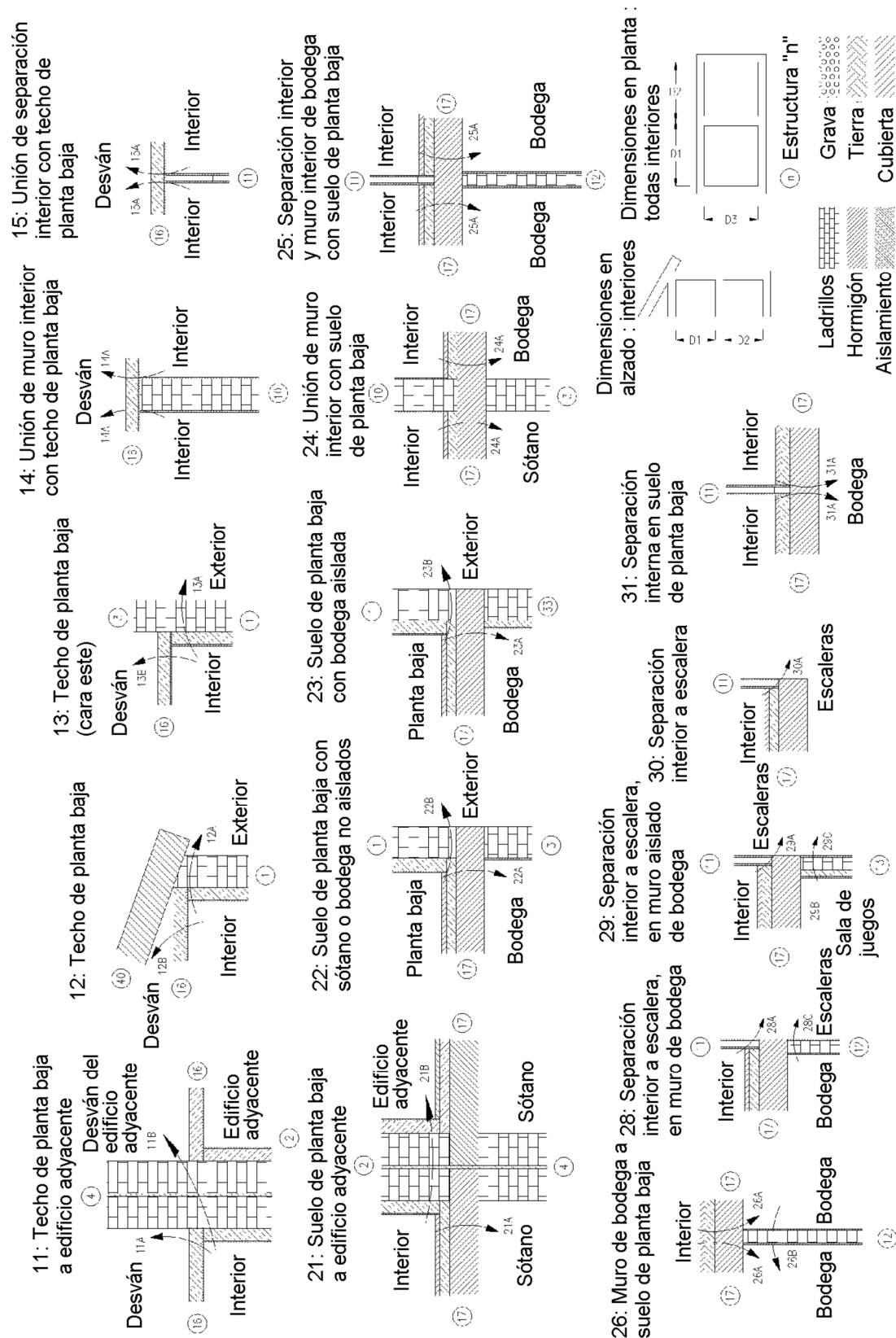


Fig: 3.3.3.7.2.6. puentes térmicos verticales.



**TABLAS PUENTES TERMICOS:**

Descripción	$\Psi_i$
	W/m·K
Muro exterior en esquina	0,01
Muro exterior en esquina a edificio adyacente, interior a exterior	0,01
Muro en esquina exterior a edificio adyacente, interior a edificio adyacente	0,01
Unión de muro interior con muro exterior aislado	0,195
Unión de separación interior con muro exterior aislado, a exterior	0,125
Unión de separación interior con muro exterior aislado, a exterior a través de aislamiento máximo	0,125
Unión de separación interior con muro exterior aislado, a exterior a través de aislamiento mínimo	0,125
Techo de la planta baja a bajo cubierta del edificio adyacente	0,33
Techo de la planta baja a bajo cubierta adyacente	0,33
Techo de la planta baja, aire interior a exterior	0,33
Techo de la planta baja, interior a bajo cubierta	0,33
Techo de la planta baja, fachada este, aire interior a exterior	0,33
Techo de la planta baja, fachada este, interior a bajo cubierta	0,33
Techo de la planta baja a bajo cubierta, muro interior	0,01
Techo de la planta baja a bajo cubierta, separación interna, a bajo cubierta	0,01
Suelo de la planta baja a sótano del edificio adyacente	0,325
Suelo de la planta baja a edificio adyacente	0,325
Suelo de la planta baja, muro no aislado de garaje o sótano, interior a sótano	0,325
Suelo de la planta baja, muro no aislado de garaje o sótano, interior a	0,325
Suelo de la planta baja, muro aislado garaje, interior a garaje	0,325
Suelo de la planta baja, muro aislado garaje, interior a exterior	0,325
Encuentro de muro interior de planta baja, interior a garaje o sótano, directo	0,24
Separación interior en planta baja, en muro garaje, interior a garaje, directo	0,24
Separación interior a escalera (en muro garaje), interior a escalera	0,04
Separación interior a escalera (en muro garaje), garaje a escalera	0,17
Separación interior a escalera (en muro aislado de garaje), interior a escalera	0,04
Separación interior a escalera (en muro aislado de garaje), garaje a escalera	0,095
Separación interior a escalera (en extremo de planta baja), interior a	0,04
Separación interior en suelo de planta baja, interior a garaje	0,04
Separación interior en esquina	0,035
Separación interior en T, puente a través del muro liso	0,03

Tabla 3.3.3.7.2.2. TABLA PUENTES TERMICOS

Descripción	$\psi_i$
	W/m·K
Muro exterior de garaje en esquina, en sótano, garaje a exterior	0,035
Muro exterior de garaje en esquina, en sótano, garaje a sótano	0,035
Muro exterior aislado de garaje en esquina, garaje a exterior	0,01
Muro exterior de garaje en esquina, garaje a exterior	0,035
Unión de muro interior de garaje aislado con muro exterior (aislado y no aislado), interior a exterior a través del aislamiento	0,01
Unión de muro interior de garaje aislado con muro exterior (aislado y no aislado), interior a exterior a través de la parte sin aislamiento	0,03
Unión de muro interior de garaje aislado con muro exterior aislado, interior a exterior a través del aislamiento	0,01
Unión de muro interior de garaje aislado con muro exterior aislado, interior a exterior a través de la parte sin aislamiento	0,13
Unión de muro interior de garaje con muro exterior, interior a exterior	0,03
Unión en T de muros interiores en garaje, a través del muro liso	0,03
Unión en T de muros interiores aislados en garaje, a través del muro liso no	0,03
Unión en T de muros interiores aislados en garaje, a través del muro liso	0,01
Suelo de la puerta de entrada	0,13
Tope de la puerta de entrada	0,12
Lateral de la puerta de entrada	0,12
Base de ventana	0,12
Tope de ventana	0,12
Lateral de ventana	0,12
Base de la puerta de la ventana	0,13
Tope de la puerta de la ventana	0,12
Lateral de la puerta de la ventana	0,12
Base de la puerta del garaje	0,13
Tope de la puerta del garaje	0,12
Lateral de la puerta del garaje	0,12
Base de la puerta interior	0,13
Tope de la puerta interior	0,12
Lateral de la puerta interior	0,12
Lateral de la puerta en muro interior	0,54

Tabla 3.3.3.7.2.3. TABLA PUENTES TERMICOS

Los datos de los puentes térmicos se han calculado de acuerdo con la Norma EN ISO 10211-1 y teniendo en cuenta que la Norma EN ISO 10211-1 suministra el valor  $\psi_i$  global de cada puente térmico.

### 3.3.3.8. Calculo habitación tipo A “doble deluxe”

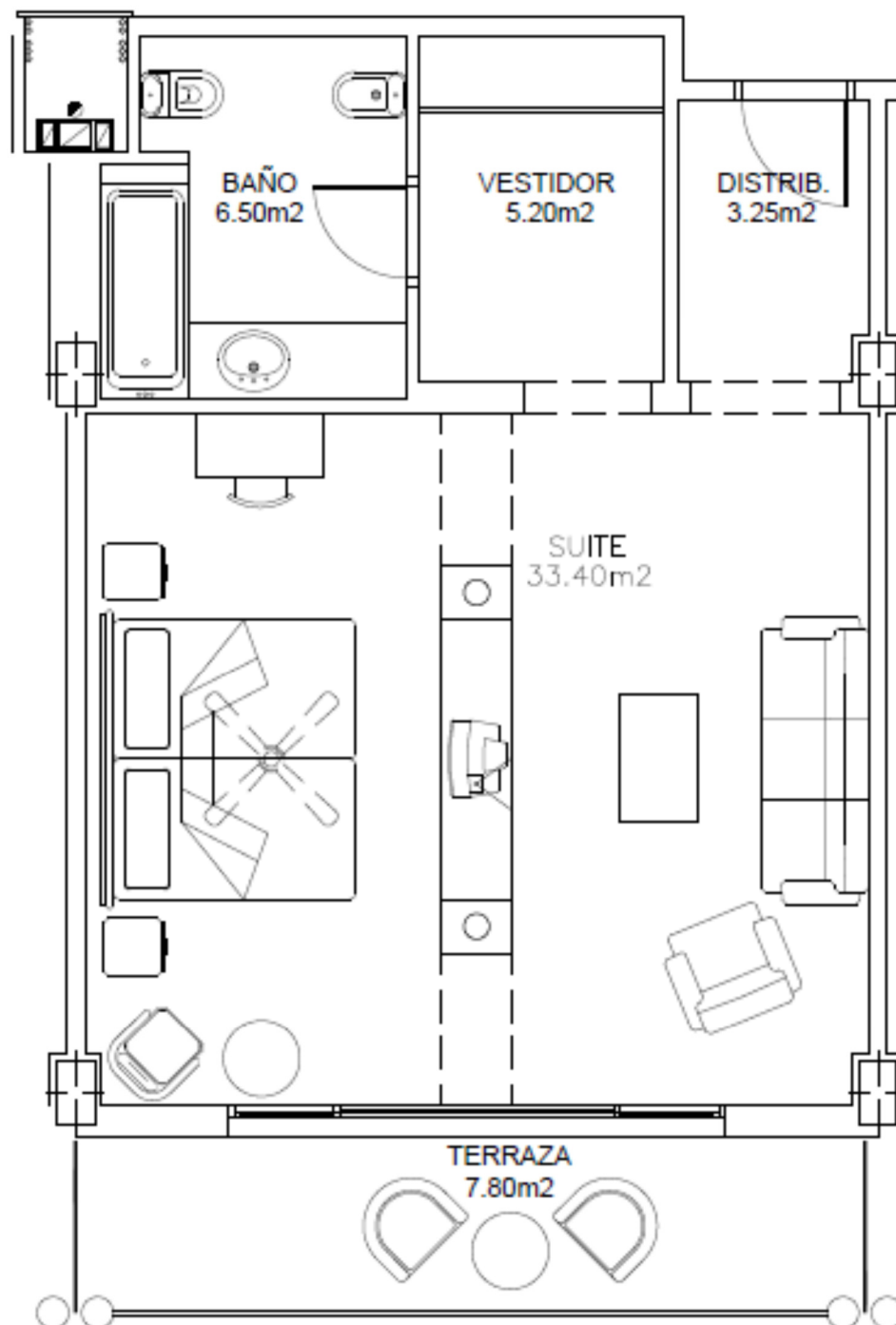


Fig.3.3.3.8 vivienda tipo a

### Dimensiones de la habitación objeto de cálculo:

HABITACION A	Suite	Baño	vestidor	distribuidor
Muro exterior (m <sup>2</sup> )	6,95	0	0	0
Muro interior (m <sup>2</sup> )	41,75	30,6	24,2	19,2
Ventana (m <sup>2</sup> )	7,8	0	0	0
Puerta (m <sup>2</sup> )	3,2	1,6	1,6	1,6
Orientación	Sur			
Area (m <sup>2</sup> )	33,4	6,5	5,2	3,25

Tabla 3.3.3.8.1 medidas habitación

Código(s)		Descripción	$d$	$\lambda$	$R$	U
Elemento	Material		m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K
	Nombre del elemento del edificio					
	Código	Nombre de la cámara laminar interna			$R_{si}$	$1/R_{si}$
Código del elemento del edificio	Código	Nombre del material	$d_1$	$\lambda_1$	$R_1 = d_1/\lambda_1$	
	...	....	...	...	...	
	Código	Nombre del material	$d_n$	$\lambda_n$	$R_n = d_n/\lambda_n$	
	Código	Nombre de la cámara laminar externa			$R_{se}$	
	Espesor total y $U_k$		$\Sigma d_i$		$\Sigma R_i$	
	Muro exterior aislado					
1	61	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,13	
	12	enlucido cemento	0,01	0,7	0,01	
	11	enlucido yeso aislante	0,01	0,3	0,03	
	21	Poliestireno	0,06	0,039	1,54	
	1	Ladrillo hueco	0,16	0,32	0,50	
	62	Resistencia de la superficie exterior (flujo térmico horizontal)			0,04	
	Espesor total y $U_k$		0,29		2,26	0,443
	Separaciones interiores					
2	61	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,13	
	11	enlucido yeso aislante	0,015	0,3	0,05	
	1	Ladrillo hueco	0,12	0,32	0,38	
	11	enlucido yeso aislante	0,015	0,3	0,05	
	61	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,13	
	Espesor total y $U_k$		0,02		0,5	2,000
	Separaciones interiores					

Tabla 3.3.3.8.1 conductividades térmicas



Código(s)		Descripción	$d$	$\lambda$	$R$	$U_k$
Elemento	Material		m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·KW	W/m <sup>2</sup> ·K
3	Puerta interior					
	61	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,13	
	51	Madera	0,04	0,15	0,27	
	61	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,13	
	Espesor total y $U_k$		0,04		0,53	1,899
4	Techo de la planta					
	63	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,1	
	11	Yeso	0,01	0,35	0,03	
	23	Lana mineral	0,08	0,042	1,9	
	63	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,1	
	Espesor total y $U_k$		0,09		2,13	0,469
5	Suelo de la planta					
	66	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,17	
	2	Hormigón	0,03	1,75	0,02	
	24	Poliestireno extruido	0,06	0,037	1,62	
	2	Hormigón	0,18	1,75	0,1	
	66	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,17	
	Espesor total y $U_k$		0,27		2,08	0,48
6	Ventanas					
	Espesor total y $U_k$		–		–	2,1
7	Puerta exterior					
	61	Resistencia de la superficie interior (flujo térmico horizontal)			0,13	
	51	Madera	0,06	0,15	0,4	
	62	Resistencia de la superficie exterior (flujo térmico horizontal)			0,04	
	Espesor total y $U_k$		0,06		0,57	1,754

Tabla 3.3.3.8.2 conductividades térmicas

### 3.3.3.8.1. Cálculo de las pérdidas caloríficas.

#### Introducción.

Las pérdidas caloríficas se dividen en 3 tipos diferentes:

- Pérdidas por transmisión.
- Pérdidas por ventilación.
- Pérdidas por puentes térmicos.

La suma de estos 3 tipos de pérdidas multiplicadas por un coeficiente de interrupción de servicio y por un coeficiente de orientación, proporcionan el valor de las pérdidas caloríficas.

El coeficiente de interrupción de servicio es para todos los casos 0,10.

Por otro lado, los valores del coeficiente de orientación ( $Z_O$ ) se muestran en la *Tabla 23: Coeficientes de orientación*. Cada local del hotel tendrá un coeficiente diferente en función de la orientación que este tenga.

Orientación % ( $Z_O$ ):							
S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
0	7	15	22	25	18	12	7

*Tabla 23: Coeficiente de orientación.*

Las pérdidas caloríficas se han calculado para cada uno de los diferentes locales del hotel. La determinación de los diferentes locales del hotel se muestra en los planos de este trabajo.

### 3.3.3.8.2 Pérdidas por transmisión en los cerramientos.

La fórmula usada para el cálculo de las pérdidas por transmisión es:

$$Q_T = S \cdot U \cdot (T_i - T_e)$$

donde:

- QT: pérdida por transmisión.  
S: superficie del cerramiento.  
U: coeficiente de transmisión del cerramiento  
Ti: temperatura interior del edificio.  
Te: temperatura exterior.

#### **3.3.3.8.3. Pérdidas por ventilación.**

Para el cálculo de las pérdidas por ventilación se usa la siguiente fórmula:

$$Q_V = n \cdot c_p \cdot \rho \cdot \eta \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,162$$

donde:

- QV: pérdida por ventilación. n: nº de personas.  
cp: calor específico del aire (0,24 kcal/kg.°C).  
ρ: densidad del aire (1,205 kg/m<sup>3</sup>).  
η: nº de renovaciones por hora.  
Ti: temperatura interior del edificio.  
Te: temperatura exterior.

El valor del nº de personas se obtiene del CTE-DB-SI: Seguridad en caso de incendio, donde se especifica un nº de personas en función de la superficie y el tipo de local.

#### **3.3.3.8.4. Pérdidas por puentes térmicos.**

La fórmula usada para calcular las cargas por puentes térmicos es:

$$Q_p = L \cdot \phi \cdot (T_e - T_i)$$

donde:

$Q_P$ : pérdidas por puentes térmicos.

$L$ : longitud del puente térmico.

$\varphi$ : coeficiente de transmisión.

$T_i$ : temperatura interior del edificio.

$T_e$ : temperatura exterior.

#### **3.3.3.8.4. Pérdidas caloríficas por local.**

En las tablas de este apartado se muestran los valores de las pérdidas caloríficas por transmisión, por ventilación y por puentes térmicos de cada uno de los locales de las habitaciones tipo A.

## HABITACION TIPO A

PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M²)	U(W/m² °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	6,95	0,443	3,6	21	53,57
MURO INTERIOR	41,75	2	15,6	21	450,90
VENTANA	7,8	2,1	3,6	21	285,01
SUELO PLANTA	33,4	0,48	15,6	21	86,57
TECHO PLANTA	33,4	0,469	15,6	21	84,59
PUERTA	3,2	1,84	15,6	21	31,80
TOTAL					992,44

PERDIDAS POR VENTILACION:			Qv = n.c <sub>p</sub> .ρ.η.(Ti-Te).1,162			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m³)	η (renovaciones por hora)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
4	0,24	1,205	45	21	3,6	1052,51
TOTAL						1052,51

PERDIDAS POR PUEENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	5,9	0,46	3,6	21	47,22
Esquina saliente	0	0,16	3,6	21	0,00
Pilar	5	0,77	3,6	21	66,99
Union solera pared exterior	5,9	0,13	3,6	21	13,35
Hueco ventana	11,8	0,27	3,6	21	55,44
TOTAL					183,00

CARGA TERMICA TOTAL:			Q <sub>TOTAL</sub> (W)		
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q <sub>TOTAL</sub> (W)
992,44	1052,51	183,00	0,1	0,25	3007,73
<b>TOTAL</b>					<b>3007,73</b>

**BAÑO**

PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	0	0,443	3,6	21	0,00
MURO INTERIOR	30,6	2	15,6	21	330,48
SUELO PLANTA	6,5	2,1	15,6	21	73,71
TECHO PLANTA	6,5	0,48	15,6	21	16,85
VENTANA	0	0,469	3,6	21	0,00
PUERTA	1,6	1,84	15,6	21	15,90
<b>TOTAL</b>					<b>436,94</b>

PERDIDAS POR VENTILACION:			Qv = n.cp.p.η.(Ti-Te).1,162			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m <sup>3</sup> )	η (renovaciones por hora)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
1	0,24	1,205	45	21	3,6	<b>263,13</b>
<b>TOTAL</b>						<b>263,13</b>

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	3,6	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	3,6	21	0,00
Pilar	0	0,77	3,6	21	0,00
Union solera pared exterior	0	0,13	3,6	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3,6	21	0,00
TOTAL					0,00

CARGA TERMICA TOTAL:			Q <sub>TOTAL</sub> (W)		
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q <sub>TOTAL</sub> (W)
436,94	263,13	0,00	0,1	0,25	945,09
TOTAL					945,09

## VESTIDOR

PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M²)	U(W/m² °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	0	0,443	3,6	21	0,00
MURO INTERIOR	24,2	2	15,6	21	261,36
SUELO PLANTA	5,2	2,1	15,6	21	58,97
TECHO PLANTA	5,2	0,48	15,6	21	13,48
VENTANA	0	0,469	3,6	21	0,00
PUERTA	1,6	1,84	15,6	21	15,90
TOTAL					349,70

PERDIDAS POR VENTILACION:			$Q_v = n \cdot c_p \cdot \rho \cdot \eta \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,162$			
PERSONAS	$c_p$ (Kcal/Kg.°C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$\eta$ (renovaciones por hora)	$T_i$ (°C)	$T_e$ (°C)	$Q_v$ (W)
1	0,24	1,205	45	21	3,6	<b>263,13</b>
<b>TOTAL</b>						<b>263,13</b>

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		$Q_p = L \cdot \phi \cdot (T_i - T_e)$			
TIPO:	LONGITUD (m)	$\phi$ (W/m °C)	$T_e$ (°C)	$T_i$ (°C)	$Q_p$ (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	3,6	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	3,6	21	0,00
Pilar	0	0,77	3,6	21	0,00
Union solera pared exterior	0	0,13	3,6	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3,6	21	0,00
<b>TOTAL</b>					<b>0,00</b>

CARGA TERMICA TOTAL:			$Q_{TOTAL}$ (W)		
$Q_{t,o}$ (W)	$Q_v$ (W)	$Q_p$ (W)	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{TOTAL}$ (W)
349,70	263,13	0,00	0,1	0,25	827,32
<b>TOTAL</b>					<b>827,32</b>



**DISTRIBUIDOR**

<b>PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:</b>			<b>Qt = S.U.(Ti-Te)</b>		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	0	0,443	3,6	21	0,00
MURO INTERIOR	19,2	2	15,6	21	207,36
SUELO PLANTA	3,25	2,1	15,6	21	36,86
TECHO PLANTA	3,25	0,48	15,6	21	8,42
VENTANA	0	0,469	3,6	21	0,00
PUERTA	1,6	1,84	15,6	21	15,90
<b>TOTAL</b>					<b>268,54</b>

PERDIDAS POR VENTILACION:			Qv = n.cp.ρ.η.(Ti-Te).1,162			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m³)	η (renovaciones por hora)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
1	0,24	1,205	45	21	3,6	263,13
TOTAL						263,13

<b>PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:</b>		<b>Qp = L.φ.(Ti-Te)</b>			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	3,6	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	3,6	21	0,00
Pilar	0	0,77	3,6	21	0,00
Union solera pared exterior	0	0,13	3,6	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3,6	21	0,00
<b>TOTAL</b>					<b>0,00</b>

CARGA TERMICA TOTAL:			Q <sub>TOTAL</sub> (W)		
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Z <sub>IS</sub>	Z <sub>O</sub>	Q <sub>TOTAL</sub> (W)
268,54	263,13	0,00	0,1	0,25	717,75
					<b>TOTAL</b>
					<b>717,75</b>

HABITACION A	Suite (W)	Baño (W)	vestidor (W)	distribuidor (W)	<b>TOTAL (W)</b>
	3007,73	945,09	827,32	717,75	5497,88

Tabla 3.3.3.8 perdidas térmicas calefacción.

### 3.3.3.9. Resultado final pérdidas totales calefacción hotel y tipo de fancoils elegidos

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
A	2	SUR	4	5102	10204	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	SUR	3	5102	10204	FCX-P103	7620	17020	15240	34040
A	2	SUR	2	5102	10204	FCX-P104	7620	17020	15240	34040
A	2	SUR	1	5102	10204	FCX-P105	7620	17020	15240	34040
A	2	SUR	P.B	5102	10204	FCX-P106	7620	17020	15240	34040
					51020				76200	170200
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
A	2	NORTE	4	5498	10996	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	NORTE	3	5498	10996	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	NORTE	2	5498	10996	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	NORTE	1	5498	10996	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	NORTE	P.B	5498	10996	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
					54980				76200	170200

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
B	2	SUR	4	2145	4290	FCX-P42	3400	7400	6800	14800
B	22	SUR	4	2903	63866	FCX-P62	4860	12920	106920	284240
B	24	SUR	3	2903	69672	FCX-P62	4860	12920	116640	310080
B	24	SUR	2	2903	69672	FCX-P62	4860	12920	116640	310080
B	24	SUR	1	2903	69672	FCX-P62	4860	12920	116640	310080
					277172				463640	1229280
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
B	21	NORTE	4	1435	30135	FCX-P32	2210	4975	46410	104475
B	23	NORTE	3	1435	33005	FCX-P32	2210	4975	50830	114425
B	23	NORTE	2	1435	33005	FCX-P32	2210	4975	50830	114425
B	22	NORTE	1	1435	31570	FCX-P32	2210	4975	48620	109450
					127715				196690	442775

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
B	2	ESTE	3	3174	6348	FCX-P62	4860	12920	9720	25840
B	2	ESTE	2	3174	6348	FCX-P62	4860	12920	9720	25840
B	2	ESTE	1	3174	6348	FCX-P62	4860	12920	9720	25840
					19044				29160	77520
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
C	10	OESTE	4	6325	63250	FP-26	11400	17500	114000	175000
C	10	OESTE	3	5520	55200	FP-20	10400	16500	104000	165000
C	10	OESTE	2	5520	55200	FP-20	10400	16500	104000	165000
C	10	OESTE	1	5520	55200	FP-20	10400	16500	104000	165000
C	10	OESTE	P.B	5520	55200	FP-20	10400	16500	104000	165000
					284050				530000	835000

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
C	9	ESTE	4	5324	47916	FP-17	9000	12750	81000	114750
C	9	ESTE	3	5324	47916	FP-17	9000	12750	81000	114750
C	9	ESTE	2	5324	47916	FP-17	9000	12750	81000	114750
C	9	ESTE	1	5324	47916	FP-17	9000	12750	81000	114750
C	9	ESTE	P.B	5324	47916	FP-17	9000	12750	81000	114750
					239580				405000	573750
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
D	1	ESTE	4	7230	7230	FP-17	9000	12750	9000	12750
D	1	ESTE	3	7230	7230	FP-17	9000	12750	9000	12750
D	1	ESTE	2	7230	7230	FP-17	9000	12750	9000	12750
D	1	ESTE	1	7230	7230	FP-17	9000	12750	9000	12750
D	1	ESTE	P.B	7230	7230	FP-17	9000	12750	9000	12750
					36150				45000	63750

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
E	5	NORTE	4	5126	25630	FP-17	9000	12750	45000	63750
E	1	NORTE	3	6430	6430	FP-26	11400	17500	11400	17500
E	3	NORTE	3	4250	12750	FP-11	5400	7950	16200	23850
E	1	NORTE	3	2985	2985	FP-9	4600	6750	4600	6750
E	1	NORTE	2	6430	6430	FP-26	11400	17500	11400	17500
E	3	NORTE	2	4250	12750	FP-11	5400	7950	16200	23850
E	1	NORTE	2	2985	2985	FP-9	4600	6750	4600	6750
E	1	NORTE	1	6430	6430	FP-26	11400	17500	11400	17500
E	3	NORTE	1	4250	12750	FP-11	5400	7950	16200	23850
E	1	NORTE	1	2985	2985	FP-9	4600	6750	4600	6750
					92125				141600	208050
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
F	2	SUR	4	6420	12840	FP-20	10400	16500	20800	33000
F	2	SUR	3	5400	10800	FP-17	9000	12750	18000	25500
F	2	SUR	2	5400	10800	FP-17	9000	12750	18000	25500
F	2	SUR	1	5400	10800	FP-17	9000	12750	18000	25500
					45240				74800	109500

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
G	1	SUR	4	6350	6350	FP-20	10400	16500	10400	16500
G	1	SUR	3	5800	5800	FP-17	9000	12750	9000	12750
G	1	SUR	2	5800	5800	FP-17	9000	12750	9000	12750
G	1	SUR	1	5800	5800	FP-17	9000	12750	9000	12750
					23750				37400	54750
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
G	1	OESTE	4	6540	6540	FP-26	11400	17500	11400	17500
G	1	OESTE	3	5890	5890	FP-20	10400	16500	10400	16500
G	1	OESTE	2	5890	5890	FP-20	10400	16500	10400	16500
G	1	OESTE	1	5890	5890	FP-20	10400	16500	10400	16500
					24210				42600	67000
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
PLANTA BAJA TOTAL	1	NORTE SUR ESTE	PB	532460	532460	VARIOS	523680	725680	523680	725680
				TOTAL CALEFACCION (W)					2118290	4001775



### **3.3.4. Instalación de refrigeración.**

#### **3.3.4.1. Temperaturas de cálculo.**

Las temperaturas de cálculo se han obtenido de acuerdo a lo especificado en el RITE para la temperatura interior y de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Meteorología para la exterior.

	Temperatura (°C)
Exterior	34,4
Interior	23

Tabla 3.3.4.1: Temperaturas de cálculo.

#### **3.3.4.2. Cálculo de las pérdidas caloríficas.**

##### **Introducción.**

Las pérdidas caloríficas se dividen en 3 tipos diferentes:

- Pérdidas por transmisión.
- Pérdidas por ventilación.
- Pérdidas por puentes térmicos.

La suma de estos 3 tipos de pérdidas multiplicadas por un coeficiente de interrupción de servicio y por un coeficiente de orientación, proporcionan el valor de las pérdidas caloríficas.

El coeficiente de interrupción de servicio es para todos los casos 0,10.

Por otro lado, los valores del coeficiente de orientación ( $Z_O$ ) se muestran en la *Tabla 23: Coeficientes de orientación*. Cada local del hotel tendrá un coeficiente diferente en función de la orientación que este tenga.

Orientación % ( $Z_O$ ):							
S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
0	7	15	22	25	18	12	7

*Tabla 23: Coeficiente de orientación.*

Las pérdidas caloríficas se han calculado para cada uno de los diferentes locales del hotel. La determinación de los diferentes locales del hotel se muestra en los planos de este trabajo.

### 3.3.4.3. Pérdidas por transmisión en los cerramientos.

La fórmula usada para el cálculo de las pérdidas por transmisión es:

$$Q_T = S \cdot U \cdot (T_i - T_e)$$

donde:

- QT: pérdida por transmisión.
- S: superficie del cerramiento.
- U: coeficiente de transmisión del cerramiento
- T<sub>i</sub>: temperatura interior del edificio.
- T<sub>e</sub>: temperatura exterior.

### 3.3.4.4. Pérdidas por ventilación.

Para el cálculo de las pérdidas por ventilación se usa la siguiente fórmula:

$$Q_V = n \cdot c_p \cdot \rho \cdot \eta \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,162$$

donde:

- QV: pérdida por ventilación. n: nº de personas.

$c_p$ : calor específico del aire (0,24 kcal/kg.°C).

$\rho$ : densidad del aire (1,205 kg/m<sup>3</sup>).

$\eta$ : nº de renovaciones por hora.

$T_i$ : temperatura interior del edificio.

$T_e$ : temperatura exterior.

El valor del nº de personas se obtiene del CTE-DB-SI: Seguridad en caso de incendio, donde se especifica un nº de personas en función de la superficie y el tipo de local.

#### **3.3.4.5. Pérdidas por puentes térmicos.**

La fórmula usada para calcular las cargas por puentes térmicos es:

$$Q_p = L \cdot \phi \cdot (T_e - T_i)$$

donde:

$Q_p$ : pérdidas por puentes térmicos.

$L$ : longitud del puente térmico.

$\phi$ : coeficiente de transmisión.

$T_i$ : temperatura interior del edificio.

$T_e$ : temperatura exterior.

#### **3.3.4.6. pérdidas por ocupación.**

Para calcular las pérdidas por ocupación se multiplica el calor que produce cada persona por el número de personas en cada local.

Cada persona tiene un calor latente de 71 W, por lo que será este el dato utilizado para calcular el calor producido en cada local por sus ocupantes.

En el apartado pérdidas caloríficas por local se muestran los valores de las pérdidas por ocupación de cada local ( $Q_O$ ).

#### **3.3.4.7 Pérdidas por iluminación.**

Para el cálculo de las pérdidas por iluminación se realiza el cálculo del calor suministrado por cada elemento de iluminación.

Cada uno de estos elementos de iluminación genera un calor diferente dependiendo de sus características, tanto de potencia como de materiales o diseño. En la Tabla 5: Elementos de iluminación, se muestran los diferentes elementos de iluminación que existen en todo el hotel de estudio, con su correspondiente potencia por aparato y su potencia total.

#### **3.3.4.8. Pérdidas caloríficas por local.**

En las tablas de este apartado se muestran los valores de las pérdidas caloríficas por transmisión, por ventilación, por puentes térmicos, ocupación y iluminación de cada uno de los locales de las habitaciones tipo A.

## HABITACION TIPO A

PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	6,95	0,443	34,4	23	35,10
MURO INTERIOR	41,75	2	31,6	23	718,10
VENTANA	7,8	2,1	34,4	23	186,73
SUELO PLANTA	33,4	0,48	31,6	23	137,88
TECHO PLANTA	33,4	0,469	31,6	23	134,72
PUERTA	3,2	1,84	31,6	23	50,64
TOTAL					1263,16

PERDIDAS POR VENTILACION:			Qv = n.c.p.p.η.(Ti-Te).1,162			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m <sup>3</sup> )	η (renovaciones por hora)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
4	0,24	1,205	45	23	34,4	689,58
TOTAL						689,58

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	5,9	0,46	34,4	23	30,94
Esquina saliente	0	0,16	34,4	23	0,00
Pilar	5	0,77	34,4	23	43,89
Union solera pared exterior	5,9	0,13	34,4	23	8,74
Hueco ventana	11,8	0,27	34,4	23	36,32
TOTAL					119,89

PERDIDAS ILUMINACION:		Qi(W)	
ELEMENTO ILUMINACION	Nº	Potencia (W)	Potencia total(W)
	8	25	200

<b>TOTAL</b>	<b>200</b>
--------------	------------

<b>PERDIDAS POR OCUPACION:</b>	<b>Qo(W)</b>	
Nº PERSONAS	Potencia (W)	Potencia total(W)
4	71	284
	<b>TOTAL</b>	<b>284</b>

Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Qi(W)	Qo(W)	Zis	Zo
1263,16	689,58	119,89	200	284	0,1	0,18
				<b>TOTAL</b>		<b>3272,48</b>

## BAÑO

<b>PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:</b>			<b>Qt = S.U.(Ti-Te)</b>		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	0	0,443	34,4	23	0,00
MURO INTERIOR	30,6	2	31,6	23	526,32
VENTANA	0	2,1	34,4	23	0,00
SUELO PLANTA	6,5	0,48	31,6	23	26,83
TECHO PLANTA	6,5	0,469	31,6	23	26,22
PUERTA	1,6	1,84	31,6	23	25,32
			<b>TOTAL</b>		<b>604,69</b>

<b>PERDIDAS POR VENTILACION:</b>			<b>Qv = n.cp.p.η.(Ti-Te).1,162</b>			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m <sup>3</sup> )	η (renovaciones por hora)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
1	0,24	1,205	45	23	34,4	<b>172,39</b>
					<b>TOTAL</b>	<b>172,39</b>

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	34,4	23	0,00
Esquina saliente	0	0,16	34,4	23	0,00
Pilar	0	0,77	34,4	23	0,00
Union solera pared exterior	0	0,13	34,4	23	0,00
Hueco ventana	0	0,27	34,4	23	0,00
TOTAL					0,00

PERDIDAS ILUMINACION:		Qi(W)	
ELEMENTO ILUMINACION	Nº	Potencia (W)	Potencia total(W)
	2	25	50
TOTAL			50

PERDIDAS POR OCUPACION:		Qo(W)	
Nº PERSONAS		Potencia (W)	Potencia total(W)
1		71	71
TOTAL			71

Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Qi(W)	Qo(W)	Zis	Zo
604,69	172,39	0,00	50	71	0,1	0,18
TOTAL						1149,54

## VESTIDOR

PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	0	0,443	34,4	23	0,00
MURO INTERIOR	24,2	2	31,6	23	416,24
VENTANA	0	2,1	34,4	23	0,00
SUELO PLANTA	5,2	0,48	31,6	23	21,47
TECHO PLANTA	5,2	0,469	31,6	23	20,97
PUERTA	1,6	1,84	31,6	23	25,32
TOTAL					484,00

PERDIDAS POR VENTILACION:			Qv = n.c.p.p.η.(Ti-Te).1,162			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m <sup>3</sup> )	η (renovaciones por hora)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
1	0,24	1,205	45	23	34,4	172,39
TOTAL						172,39

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	34,4	23	0,00
Esquina saliente	0	0,16	34,4	23	0,00
Pilar	0	0,77	34,4	23	0,00
Union solera pared exterior	0	0,13	34,4	23	0,00
Hueco ventana	0	0,27	34,4	23	0,00
TOTAL					0,00



PERDIDAS ILUMINACION:		Qi(W)	
ELEMENTO ILUMINACION	Nº	Potencia (W)	Potencia total(W)
	1	25	25
			<b>TOTAL</b>
			<b>25</b>

PERDIDAS POR OCUPACION:		Qo(W)	
Nº PERSONAS		Potencia (W)	Potencia total(W)
1		71	71
			<b>TOTAL</b>
			<b>71</b>

Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Qi(W)	Qo(W)	Zis	Zo
484,00	172,39	0,00	25	71	0,1	0,18
						<b>TOTAL</b>
						<b>963,06</b>

## DISTRIBUIDOR

PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	0	0,443	34,4	23	0,00
MURO INTERIOR	19,2	2	31,6	23	330,24
VENTANA	0	2,1	34,4	23	0,00
SUELO PLANTA	3,25	0,48	31,6	23	13,42
TECHO PLANTA	3,25	0,469	31,6	23	13,11
PUERTA	1,6	1,84	31,6	23	25,32
					<b>TOTAL</b>
					<b>382,08</b>

PERDIDAS POR VENTILACION:			$Q_v = n \cdot c_p \cdot \rho \cdot \eta \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,162$			
PERSONAS	$c_p$ (Kcal/Kg.°C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$\eta$ (renovaciones por hora)	$T_i$ (°C)	$T_e$ (°C)	$Q_v$ (W)
1	0,24	1,205	45	23	34,4	172,39
<b>TOTAL</b>						<b>172,39</b>

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		$Q_p = L \cdot \phi \cdot (T_i - T_e)$			
TIPO:	LONGITUD (m)	$\phi$ (W/m °C)	$T_e$ (°C)	$T_i$ (°C)	$Q_p$ (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	34,4	23	0,00
Esquina saliente	0	0,16	34,4	23	0,00
Pilar	0	0,77	34,4	23	0,00
Union solera pared exterior	0	0,13	34,4	23	0,00
Hueco ventana	0	0,27	34,4	23	0,00
<b>TOTAL</b>					<b>0,00</b>

PERDIDAS ILUMINACION:		$Q_i$ (W)	
ELEMENTO ILUMINACION	Nº	Potencia (W)	Potencia total (W)
	1	25	25
<b>TOTAL</b>			<b>25</b>

PERDIDAS POR OCUPACION:		$Q_o$ (W)	
Nº PERSONAS		Potencia (W)	Potencia total (W)
1		71	71
<b>TOTAL</b>			<b>71</b>

Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Qi(W)	Qo(W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>
382,08	172,39	0,00	25	71	0,1	0,18
<b>TOTAL</b>						<b>832,61</b>
<b>TOTAL</b>						<b>6217,70</b>

Tabla 3.3.4.1 pérdidas térmicas refrigeración.

### 3.3.4.9. Resultado final pérdidas totales refrigeración hotel y tipo de fancoils elegidos

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. REFRIGERACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
A	2	SUR	4	5630	11260	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	SUR	3	5630	11260	FCX-P103	7620	17020	15240	34040
A	2	SUR	2	5630	11260	FCX-P104	7620	17020	15240	34040
A	2	SUR	1	5630	11260	FCX-P105	7620	17020	15240	34040
A	2	SUR	P.B	5630	11260	FCX-P106	7620	17020	15240	34040
					56300				76200	170200
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
A	2	NORTE	4	6218	12436	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	NORTE	3	6218	12436	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	NORTE	2	6218	12436	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	NORTE	1	6218	12436	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
A	2	NORTE	P.B	6218	12436	FCX-P102	7620	17020	15240	34040
					62180				76200	170200

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
B	2	SUR	4	2530	5060	FCX-P42	3400	7400	6800	14800
B	22	SUR	4	3100	68200	FCX-P62	4860	12920	106920	284240
B	24	SUR	3	3100	74400	FCX-P62	4860	12920	116640	310080
B	24	SUR	2	3100	74400	FCX-P62	4860	12920	116640	310080
B	24	SUR	1	3100	74400	FCX-P62	4860	12920	116640	310080
					296460				463640	1229280
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
B	21	NORTE	4	1630	34230	FCX-P32	2210	4975	46410	104475
B	23	NORTE	3	1630	37490	FCX-P32	2210	4975	50830	114425
B	23	NORTE	2	1630	37490	FCX-P32	2210	4975	50830	114425
B	22	NORTE	1	1630	35860	FCX-P32	2210	4975	48620	109450
					145070				196690	442775

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
B	2	ESTE	3	3625	7250	FCX-P62	4860	12920	9720	25840
B	2	ESTE	2	3625	7250	FCX-P62	4860	12920	9720	25840
B	2	ESTE	1	3625	7250	FCX-P62	4860	12920	9720	25840
					21750				29160	77520
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
C	10	OESTE	4	6832	68320	FP-26	11400	17500	114000	175000
C	10	OESTE	3	6354	63540	FP-20	10400	16500	104000	165000
C	10	OESTE	2	6354	63540	FP-20	10400	16500	104000	165000
C	10	OESTE	1	6354	63540	FP-20	10400	16500	104000	165000
C	10	OESTE	P.B	6354	63540	FP-20	10400	16500	104000	165000
					322480				530000	835000

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
C	9	ESTE	4	5764	51876	FP-17	9000	12750	81000	114750
C	9	ESTE	3	5764	51876	FP-17	9000	12750	81000	114750
C	9	ESTE	2	5764	51876	FP-17	9000	12750	81000	114750
C	9	ESTE	1	5764	51876	FP-17	9000	12750	81000	114750
C	9	ESTE	P.B	5764	51876	FP-17	9000	12750	81000	114750
					259380				405000	573750
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
D	1	ESTE	4	7580	7580	FP-17	9000	12750	9000	12750
D	1	ESTE	3	7580	7580	FP-17	9000	12750	9000	12750
D	1	ESTE	2	7580	7580	FP-17	9000	12750	9000	12750
D	1	ESTE	1	7580	7580	FP-17	9000	12750	9000	12750
D	1	ESTE	P.B	7580	7580	FP-17	9000	12750	9000	12750
					37900				45000	63750

TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
E	5	NORTE	4	5942	29710	FP-17	9000	12750	45000	63750
E	1	NORTE	3	6750	6750	FP-26	11400	17500	11400	17500
E	3	NORTE	3	4800	14400	FP-11	5400	7950	16200	23850
E	1	NORTE	3	3400	3400	FP-9	4600	6750	4600	6750
E	1	NORTE	2	6750	6750	FP-26	11400	17500	11400	17500
E	3	NORTE	2	4800	14400	FP-11	5400	7950	16200	23850
E	1	NORTE	2	3400	3400	FP-9	4600	6750	4600	6750
E	1	NORTE	1	6750	6750	FP-26	11400	17500	11400	17500
E	3	NORTE	1	4800	14400	FP-11	5400	7950	16200	23850
E	1	NORTE	1	3400	3400	FP-9	4600	6750	4600	6750
					103360				141600	208050
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
F	2	SUR	4	6840	13680	FP-20	10400	16500	20800	33000
F	2	SUR	3	5700	11400	FP-17	9000	12750	18000	25500
F	2	SUR	2	5700	11400	FP-17	9000	12750	18000	25500
F	2	SUR	1	5700	11400	FP-17	9000	12750	18000	25500
					47880				74800	109500



TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
G	1	SUR	4	6760	6760	FP-20	10400	16500	10400	16500
G	1	SUR	3	6100	6100	FP-17	9000	12750	9000	12750
G	1	SUR	2	6100	6100	FP-17	9000	12750	9000	12750
G	1	SUR	1	6100	6100	FP-17	9000	12750	9000	12750
					25060				37400	54750
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
G	1	OESTE	4	7230	7230	FP-26	11400	17500	11400	17500
G	1	OESTE	3	6100	6100	FP-20	10400	16500	10400	16500
G	1	OESTE	2	6100	6100	FP-20	10400	16500	10400	16500
G	1	OESTE	1	6100	6100	FP-20	10400	16500	10400	16500
					25530				42600	67000
TIPO HABITACION	CANTIDAD	ORIENTACION	PLANTA	P. CALEFACION CALCULADA UNITARIA	TOTAL CONSUMO	FANCOILS	P. FRIG.UNITARIA (W)	P. CALORIFICA. UNITARIA (W)	P. FRIG.TOTAL (w)	P. CALORIFICA. TOTAL (w)
PLANTA BAJA TOTAL	1	NORTE SUR ESTE	PB	560780	560780	VARIOS	523680	725680	523680	725680
				TOTAL CALEFACCION (W)	1964130				2118290	4001775

### 3.3.5. conclusiones finales

Analizando los cálculos se instalarán en la cubierta del hotel como se indica en los planos 6 bombas de calor del siguiente tipo o similar

BOMBA DE CALOR QUATTRO 2120S

Enfriadora de líquido dotada con sistema de recuperación de calor compuesta por batería de frío multitubular, batería de calor multitubular, batería de intercambio de aire ambiente y compresores alternativos . De las siguientes características

Marca: SEDICAL THERMOCOLD

Modelo: QUATTRO 2370

P.Frig. 370Kw

P.Cal. 458Kw (recuperación)

P.Elec. 148Kw

$458 \times 6 = 2748 \text{ kw} > 1807,496 \text{ Kw}$

$370 \times 6 = 2220 \text{ Kw} > 1964,130 \text{ Kw}$

A su vez también se instalarán 12 depósitos de 5000 litros, 6 de ellos para el agua enfriada y otros 6 para el agua caliente

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **ANEXO IV: INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

3.4. Ventilación y evacuación de gases .....	2
3.4.1. Objetivo.....	2
3.4.2. NORMATIVA APLICABLE .....	2
3.4.3. PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DE VENTILACIÓN Y EVACUACIÓN GASES .....	3
3.4.3.1. CAUDALES MÍNIMOS DE VENTILACIÓN.....	3
3.4.3.2. CONDICIONES GENERALES DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN.....	4
3.4.3.2.1. VIVIENDAS .....	4
3.4.3.3.2. TRASTEROS .....	6
3.4.3.3.3. GARAJE .....	7
3.4.3.3. DIMENSIONADO DE APERTURAS DE VENTILACIÓN.....	9
3.4.3.4. DIMENSIONADO DE CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN .....	9
3.4.3.4.1. EXTRACCIÓN PARA VENTILACIÓN HÍBRIDA.....	9
3.4.3.4.2. EXTRACCIÓN PARA VENTILACIÓN MECÁNICA .....	11
3.4.4. RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS OBTENIDOS .....	16

### **3.4. Ventilación y evacuación de gases**

#### **3.4.1. Objetivo**

Los edificios disponer de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente. Así se eliminarán los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios. Será necesario que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

La finalidad de este documento es la proyección y dimensionamiento de la instalación de la ventilación del hotel tanto para el circuito primario de aire, así como para los circuito de ventilación de los fancoils e unidades de tratamiento de aire.

#### **3.4.2. NORMATIVA APLICABLE**

La instalación debe cumplir, tanto en lo referente a su dimensionado, diseño, equipos suministrados, así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, particularmente se ha usado la que se describe a continuación:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones térmicas de los edificios posteriores modificaciones.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Norma UNE 100166:2004, Climatización. Ventilación de aparcamientos.
- Norma UNE 23585:2004, Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos en caso de incendio.

- Norma UNE 23584:2008, Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos para la instalación en obra, puesta en marcha y mantenimiento periódico de los SCTEH.
- Norma UNE-EN 12101-6:2006, Sistemas para el control de humo y de calor. Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión.

### **3.4.3. PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DE VENTILACIÓN Y EVACUACIÓN GASES**

#### **3.4.3.1. CAUDALES MÍNIMOS DE VENTILACIÓN**

El caudal de ventilación mínimo para los locales se obtiene en la tabla 2.1 teniendo en cuenta las reglas que figuran a continuación:

- El número de ocupantes se considera para cada dormitorio individual de uno y para cada dormitorio doble de dos.
- Para conocer el número de ocupante de un comedor y de una sala de estar se suman los ocupantes contabilizados para todos los dormitorios de la vivienda correspondiente.
- En los locales de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que se necesite un caudal mayor.

	Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ en l/s		
	Por ocupante	Por m <sup>2</sup> útil	En función de otros parámetros
<b>Dormitorios</b>	5		
<b>Salas de estar y comedores</b>	3		
<b>Aseos y cuartos de baño</b>			15 por local
<b>Cocinas</b>		2	50 por local <sup>(1)</sup>
<b>Trasteros y sus zonas comunes</b>		0,7	
<b>Aparcamientos y garajes</b>			120 por plaza
<b>Almacenes de residuos</b>		10	

(1) Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina

Tabla 3.4.3.1. – Caudales de ventilación mínimos exigidos

### 3.4.3.2. CONDICIONES GENERALES DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN

#### 3.4.3.2.1. VIVIENDAS

Las viviendas deben disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrida o mecánica con las siguientes características:

- El aire debe circular desde los locales secos a los húmedos. Para ello los comedores, los dormitorios y las salas de estar deben disponer de aberturas de admisión y las cocinas, los aseos y los cuartos de baño deben

disponer de aberturas de extracción; las particiones situadas entre los locales con admisión y los locales con extracción deben disponer de aberturas de paso.

- Los locales que tengan varios usos, deben disponer de las aperturas correspondientes para cada uno de estos usos.
- Como aberturas de admisión, se dispondrán aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase 1; no obstante, cuando las carpinterías exteriores sean de clase 1 de permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 pueden considerarse como aberturas de admisión las juntas de apertura.
- En el caso de una ventilación híbrida las aberturas de admisión deben comunicar directamente con el exterior.
- Las aperturas de admisión fijas de deben disponerse a una distancia del suelo mayor que 1,80 m
- Cuando algún local con extracción esté compartimentado, deben disponerse aberturas de paso entre los compartimentos; la abertura de extracción debe disponerse en el compartimento más contaminado que, en el caso de aseos y cuartos de baños, es aquel en el que está situado el inodoro, y en el caso de cocinas es aquel en el que está situada la zona de cocción. La abertura de paso que conecta con el resto de la vivienda debe estar situada en el local menos contaminado.
- Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción y deben disponerse a una distancia del techo menor que 200 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical del local mayor que 100 mm.
- Un mismo conducto de extracción puede ser compartido por aseos, baños, cocinas y trasteros.
- Las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural. Para ello debe disponerse una ventana exterior practicable o una puerta exterior.



- Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello debe disponerse un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso. Cuando este conducto sea compartido por varios extractores, cada uno de éstos debe estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto sólo cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema anti revoco.

#### **3.4.3.3.2. TRASTEROS**

En los trasteros y en sus zonas comunes debe disponerse un sistema de ventilación que puede ser natural, híbrida o mecánica con las siguientes características:

- Medios de ventilación natural
  - Deben disponerse aberturas mixtas en la zona común al menos en dos partes opuestas del cerramiento, de tal forma que ningún punto de la zona diste más de 15 m de la abertura más próxima.
  - Cuando los trasteros se ventilen a través de la zona común, la partición situada entre cada trastero y esta zona debe disponer al menos de dos aberturas de paso separadas verticalmente 1,5 m como mínimo.
  - Cuando los trasteros se ventilen independientemente de la zona común a través de sus aberturas de admisión y extracción, estas deben comunicar directamente con el exterior y la separación vertical entre ellas debe ser como mínimo 1,5 m.
- Medios de ventilación híbrida y mecánica

- Cuando los trasteros se ventilen a través de la zona común, la extracción debe situarse en la zona común. Las particiones situadas entre esta zona y los trasteros deben disponer de aberturas de paso.
- Las aberturas de admisión de los trasteros deben comunicar directamente con el exterior y las aberturas de extracción deben estar conectadas a un conducto de extracción.
- Para ventilación híbrida las aberturas de admisión deben comunicar directamente con el exterior.
- Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción.
- En las zonas comunes las aberturas de admisión y las de extracción deben disponerse de tal forma que ningún punto del local diste más de 15 m de la abertura más próxima.
- Las aberturas de paso de cada trastero deben separarse verticalmente 1,5 m como mínimo.

#### **3.4.3.3.3. GARAJE**

En los aparcamientos y garajes debe disponerse un sistema de ventilación que puede ser natural o mecánica.

- Medios de ventilación natural
  - Deben disponerse aberturas mixtas al menos en dos zonas opuestas de la fachada de tal forma que su reparto sea uniforme y que la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él sea como máximo igual a 25 m. Si la distancia entre las aberturas opuestas más próximas es mayor que 30 m debe disponerse otra equidistante de ambas, permitiéndose una tolerancia del 5%.

- En el caso de garajes que no excedan de cinco plazas ni de 100 m<sup>2</sup> útiles, en vez de las aberturas mixtas, pueden disponerse una o varias aberturas de admisión que comuniquen directamente con el exterior en la parte inferior de un cerramiento y una o varias aberturas de extracción que comuniquen directamente con el exterior en la parte superior del mismo cerramiento, separadas verticalmente como mínimo 1,5 m.
- Medios de ventilación mecánica
  - La ventilación debe ser para uso exclusivo del aparcamiento, salvo cuando los trasteros estén situados en el propio recinto del aparcamiento, en cuyo caso la ventilación puede ser conjunta.
  - La ventilación debe realizarse por depresión y puede utilizarse extracción mecánica o admisión y extracción mecánica.
  - Debe evitarse que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes y para ello, las aberturas de ventilación deben disponerse de manera que haya una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie útil o la separación entre aberturas de extracción más próximas sea menor que 10 m o de cualquier otra forma que produzca el mismo efecto.
  - Como mínimo deben emplazarse dos terceras partes de las aberturas de extracción a una distancia del techo menor o igual a 0,5 m.
  - En los aparcamientos compartimentados en los que la ventilación sea conjunta deben disponerse las aberturas de admisión en los compartimentos y las de extracción en las zonas de circulación comunes de tal forma que en cada compartimento se disponga al menos una abertura de admisión.
  - En aparcamientos con 15 o más plazas se dispondrán en cada planta al menos dos redes de conductos de extracción dotadas del correspondiente aspirador mecánico.
  - En los aparcamientos que excedan de cinco plazas o de 100 m<sup>2</sup> útiles debe disponerse un sistema de detección de monóxido de carbono en

cada planta que active automáticamente el o los aspiradores mecánicos cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m.

### 3.4.3.3. DIMENSIONADO DE APERTURAS DE VENTILACIÓN

El área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local debe ser como mínimo la mayor de las que se obtienen mediante las fórmulas que figuran en la tabla 3.4.3.3.

<b>Aberturas de admisión</b>	$4 \cdot q_v$
<b>Aberturas de extracción</b>	$4 \cdot q_v$
<b>Aberturas de paso</b>	$70 \text{ cm}^2$
<b>Aperturas mixtas</b>	$8 \cdot q_v$

Tabla 3.4.3.3. – Área efectiva de las aberturas de ventilación e un local en  $\text{cm}^2$

Sabiendo que  $q_v$  es el caudal de ventilación mínimo exigido de el local [l/s].

### 3.4.3.4. DIMENSIONADO DE CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN

#### 3.4.3.4.1. EXTRACCIÓN PARA VENTILACIÓN HÍBRIDA

La sección de cada tramo de los conductos de extracción debe ser como mínimo la obtenida de la tabla 3.4.3.4.1. en función del caudal de aire en el tramo del conducto y de la clase del tiro que se determinarán de la siguiente forma:

- El caudal de aire en el tramo del conducto [l/s],  $q_{vt}$ , que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.

- La clase del tiro se obtiene en la tabla 3.4.3.4.2. en función del número de plantas existentes entre la más baja que vierte al conducto y la última, ambas incluidas, y de la zona térmica en la que se sitúa el edificio de acuerdo con la tabla 4.4 de DB – HS3 nuestra zona térmica será W independientemente de la altitud.

	Clase de tiro			
	T-1	T-2	T-3	T-4
$qvt \leq 100$	1 x 225	1 x 400	1 x 625	1 x 625
$100 < qvt \leq 300$	1 x 400	1 x 625	1 x 625	1 x 900
$300 < qvt \leq 500$	1 x 625	1 x 900	1 x 900	2 x 900
$500 < qvt \leq 750$	1 x 625	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	3 x 900
$750 < qvt \leq 1000$	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	2 x 900	3 x 900 + 1 x 625

Tabla 3.4.3.4.1. – Secciones del conducto de extracción en cm<sup>2</sup>.

	Zona térmica			
	W	X	Y	Z
1				T - 4
2			T - 3	
3				
4		T - 2		
5				
6	T - 1			
7			T - 2	
≥8				

Tabla 3.4.3.4.2. – Clases de tiros

#### 3.4.3.4.2. EXTRACCIÓN PARA VENTILACIÓN MECÁNICA

Para calcular la red de conductos para una ventilación mecánica es necesario tener en cuenta las propiedades físicas del aire, el concepto de diámetro equivalente y el cálculo de pérdidas de carga.

- Propiedades físicas del aire

Obviamente las propiedades físicas del aire van a depender de la temperatura y de la presión. En el diseño de conductos, las propiedades más utilizadas son la densidad y la viscosidad. La densidad se puede aproximar como:

$$\rho = \frac{P_{atm}}{287 \cdot T}$$

(3.4.3.4.2.1)

Siendo:  $P_{atm}$  la presión atmosférica (Pa)

T la temperatura del aire (K)

$\rho$  la densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>) aunque, puede tomarse como aproximación una densidad del aire constante de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

En cuanto a la viscosidad del aire, se puede obtener mediante la expresión:

$$\mu = 1,724 \cdot 10^{-5} \left( \frac{T}{273,16} \right)^{0,76}$$

(3.4.3.4.2.2)

Con  $\mu$  (N·s/m<sup>2</sup>) y T (K).

El efecto de la presión en la determinación de las propiedades del aire sólo tiene efecto cuando la instalación se ubica a mucha altura sobre el nivel del mar.

- Diámetro equivalente

Los conductos utilizados en la distribución del aire pueden ser circulares o rectangulares. Debido a que la mayoría de las tablas y expresiones se dan para conductos circulares, resulta muy útil el concepto de diámetro equivalente.

Para determinar el diámetro equivalente de un conducto rectangular puede utilizarse la expresión:

$$D_{eq} = 1,3 \frac{(H \cdot W)^{0,625}}{(H + W)^{0,25}} , \quad (3.4.3.4.2.3)$$

Donde  $D_{eq}$  es el diámetro equivalente, H la altura del conducto y W la anchura. En mi caso se utilizarán mayormente conductos rectangulares, especialmente en los sótanos.

- Pérdidas de carga

Dentro del conducto el fluido experimenta una pérdida de presión por rozamiento, denominándose ésta pérdida de carga. Estas pérdidas de carga se dividen en pérdidas en el conducto y pérdidas en singularidades.

✓ Pérdidas en conducto

Se produce una pérdida de carga por el paso del aire en el conducto, la cual suele expresarse por metro de longitud como:

$$\frac{\Delta P}{L} (Pa / m) = f \frac{\rho (kg / m^3) c^2 (m / s)}{D_{eq} (m) 2}$$

(3.4.3.4.2.4)

Siendo f el factor de fricción (adimensional) del material.

✓ Pérdidas en singularidades

Habitualmente estas pérdidas se miden de forma experimental y se determinan por expresiones del tipo:

$$\Delta P = K \cdot \rho \cdot \frac{c^2}{2},$$

(3.4.3.4.2.5)

Siendo K el factor de forma de la singularidad (las más comunes son codos, derivaciones, transformaciones, etc.).

- Recuperación de presión estática

En una instalación de redes de conductos de aire, si avanzamos en el sentido del flujo, el caudal disminuye en cada derivación. Un menor caudal exige una



menor sección, por lo que los conductos van estrechándose cada vez que aparece una derivación.

Esta disminución de caudal puede provocar en el tramo siguiente (principal) un cambio de velocidad. Estableciéndose la siguiente relación entre la sección 1 y 2 de la figura 2.

$$P_1 + \rho \frac{c_1^2}{2} = P_2 + \rho \frac{c_2^2}{2}.$$

(3.4.3.4.2.6)

Al mismo tiempo, se debe cumplir que  $V_0 = V_1 + V_3$ , de modo que si la sección 2 tiene las mismas dimensiones que la sección 0, la velocidad en 2 debe ser menor que en 0. Si tenemos en cuenta que la velocidad en la sección 1 es la misma que en 0, tendremos entre las secciones 1 y 2 la siguiente variación de presión:

$$\Delta P = \rho \frac{c_1^2 - c_2^2}{2}$$

(3.4.3.4.2.7)

De donde se desprende que al ser  $P_2 > P_1$ , se ha producido un aumento de la presión estática a cambio de una disminución de la presión dinámica.

Debido a que sólo es posible recuperar un porcentaje de presión, entre el 50 y el 95%. A efectos de cálculo supondremos una recuperación del 75% y así se tiene que la recuperación estática en conductos tras una derivación se puede aproximar como:

$$\Delta P_{RE} = 0,75 \rho \frac{c_1^2 - c_2^2}{2}$$

(3.4.3.4.2.8)

Así pues, las pérdidas totales se obtienen según la expresión:

$$\Delta P_{TOTAL} = \sum \Delta P_{COND} + \sum \Delta P_{SING} - \sum \Delta P_{RE} .$$

(3.4.3.4.2.9)

- Método de diseño: pérdida de carga constante

El procedimiento más usual consiste en elegir una velocidad inicial, en función de la restricción por nivel de ruido, tabla X, en el conducto principal que sigue a la impulsión desde la UTA. Una vez elegida esta velocidad, y partiendo del caudal de aire total a suministrar, se determina la pérdida de carga unitaria que debe mantenerse constante en todos los conductos.

Para dimensionar los conductos del tramo principal, se determina la pérdida de presión en las distintas singularidades y las recuperaciones estáticas en las derivaciones. Finalmente, con la ayuda del gráfico se determinan las secciones de cada tramo y las presiones disponibles en cada derivación a los tramos secundarios.

Una vez dimensionados los tramos principales, se determinarán los conductos secundarios, los que conducen el aire hasta las bocas de impulsión. Estos tramos se pueden calcular igual que los principales o bien imponer que el aire tenga presión relativa nula después de traspasar el elemento terminal (difusor). En el primer caso, se actuaría como se ha explicado para los tramos principales. En el segundo caso se debe seguir un esquema iterativo de cálculo hasta conseguir la imposición de presión relativa nula a la salida.

#### **3.4.4. RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS OBTENIDOS**

Los cálculos se han realizado mediante el programa procuno mediante la aplicación DAWIN y los resultados obtenidos están reflejados en el apartado planos.

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **PLANOS**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

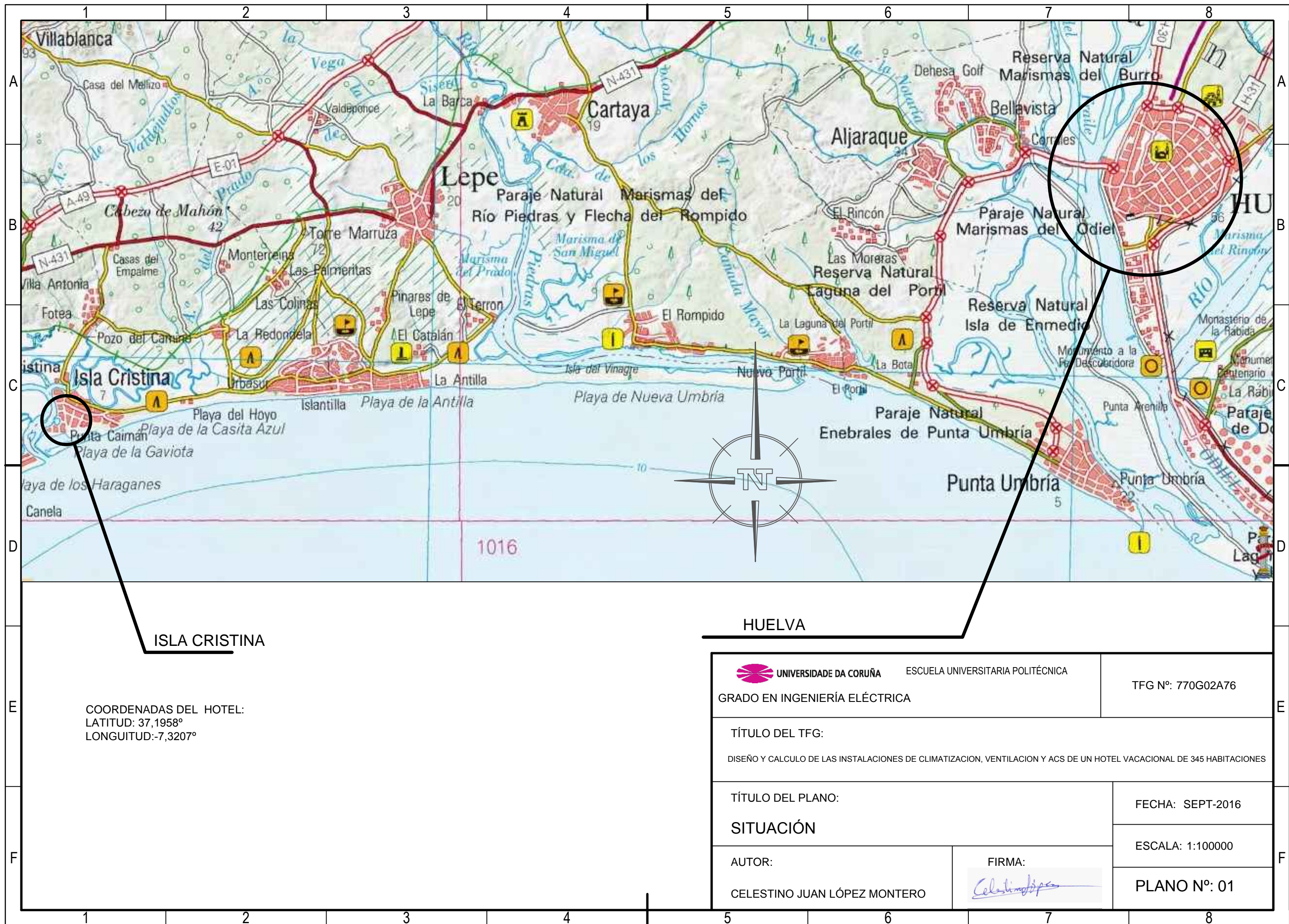
- 01. SITUACIÓN.**
- 02. SITUACIÓN ZONA URBANA.**
- 03. SITUACIÓN PARCELA.**
- 04. DISTRIBUCIÓN PLANTA GENERAL.**
- 05. HABITACIONES TIPO.**
- 06. HABITACIONES GARAJES.**
- 07. HABITACIONES PLANTA BAJA.**
- 08. HABITACIONES PRIMERA PLANTA.**
- 09. HABITACIONES SEGUNDA PLANTA.**
- 10. HABITACIONES TERCERA PLANTA.**
- 11. HABITACIONES CUARTA PLANTA.**
- 12. HABITACIONES CUBIERTA.**
- 13. ILUMINADO GARAJES.**
- 14. ILUMINACIÓN PLANTA BAJA.**
- 15. ILUMINACIÓN PRIMERA PLANTA.**
- 16. ILUMINACIÓN SEGUNDA PLANTA.**
- 17. ILUMINACIÓN TERCERA PLANTA.**
- 18. ILUMINACIÓN CUARTA PLANTA.**
- 19. COLOCACIÓN PANELES CUBIERTA.**
- 20. MONTAJE EN CUBIERTA COLECTORES ACS.**
- 21. ESQUEMA CONEXIÓN COLECTORES ACS.**
- 22. ESQUEMA HIDRÁULICO ACS.**
- 23. ESQUEMA UNIFILAR CLIMATIZACION CUBIERTA**
- 24. VENTILACIÓN GARAJE.**
- 25. CLIMATIZACIÓN GARAJE.**
- 26. CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA.**
- 27. CLIMATIZACIÓN PRIMERA PLANTA.**
- 28. CLIMATIZACIÓN SEGUNDA PLANTA.**
- 29. CLIMATIZACIÓN TERCERA PLANTA.**
- 30. CLIMATIZACIÓN CUARTA PLANTA.**
- 31. CLIMATIZACIÓN CUBIERTA.**
- 32. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO TUBERIAS FANCOILS.**
- 33. ESQUEMA VERTICAL AIRE PRIMARIO.**

**34. ESQUEMA CIRCUITO AGUA FANCOILS Y CLIMATIZADORES**

**35. ESQUEMA ELECTRICO 1**

**36. ESQUEMA ELECTRICO 2**





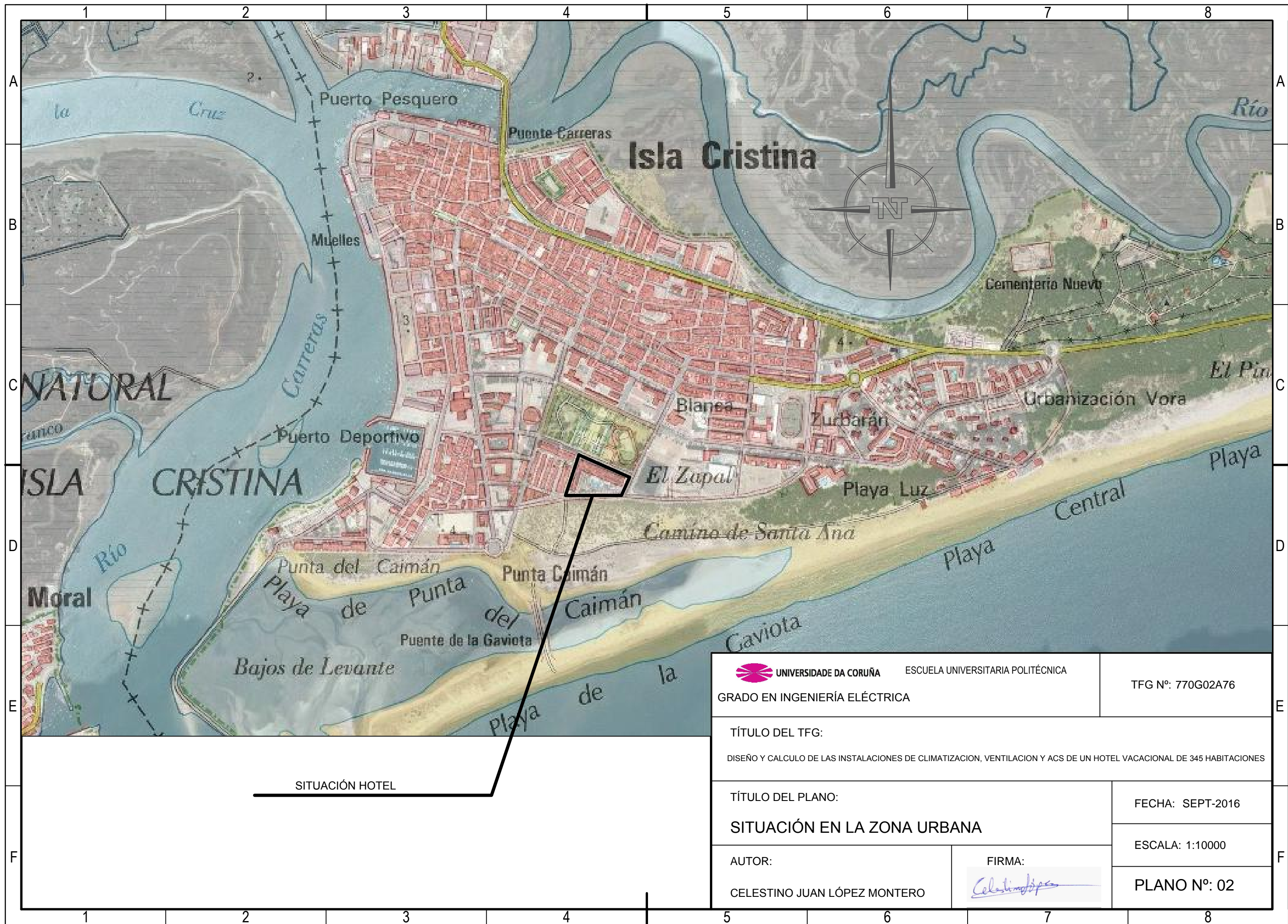
ISLA CRISTINA

COORDENADAS DEL HOTEL:  
LATITUD: 37,1958°  
LONGITUD:-7,3207°

HUELVA

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG N°: 770G02A76	
TÍTULO DEL TFG:			
DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES			
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2016	
SITUACIÓN		ESCALA: 1:100000	
AUTOR:	FIRMA:		PLANO N°: 01
CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO			





UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A76

TÍTULO DEL TFG:

DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES

TÍTULO DEL PLANO:

SITUACIÓN EN LA ZONA URBANA

FECHA: SEPT-2016

ESCALA: 1:10000

AUTOR:

CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:

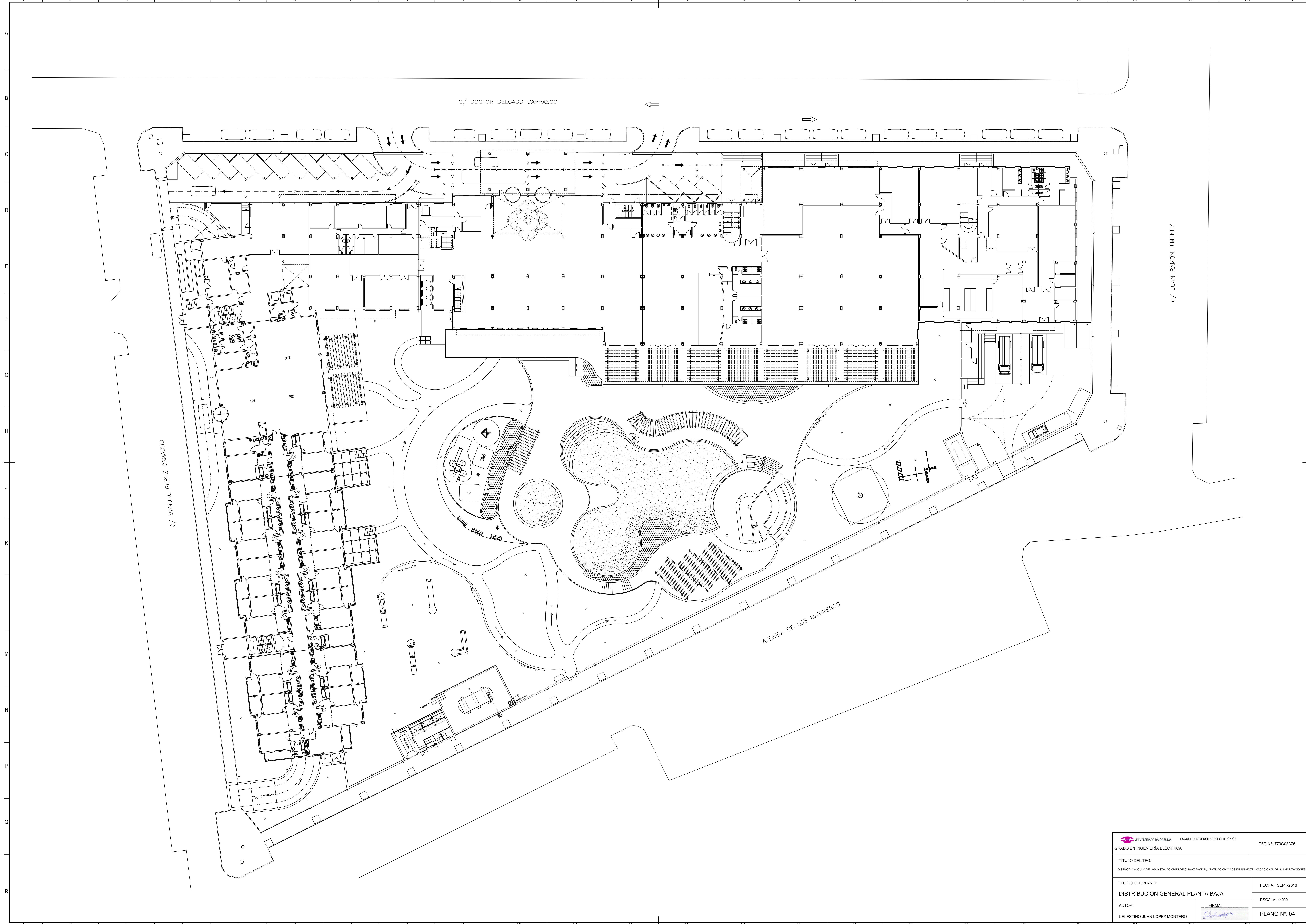
*Celestino Juan López Montero*

PLANO Nº: 02

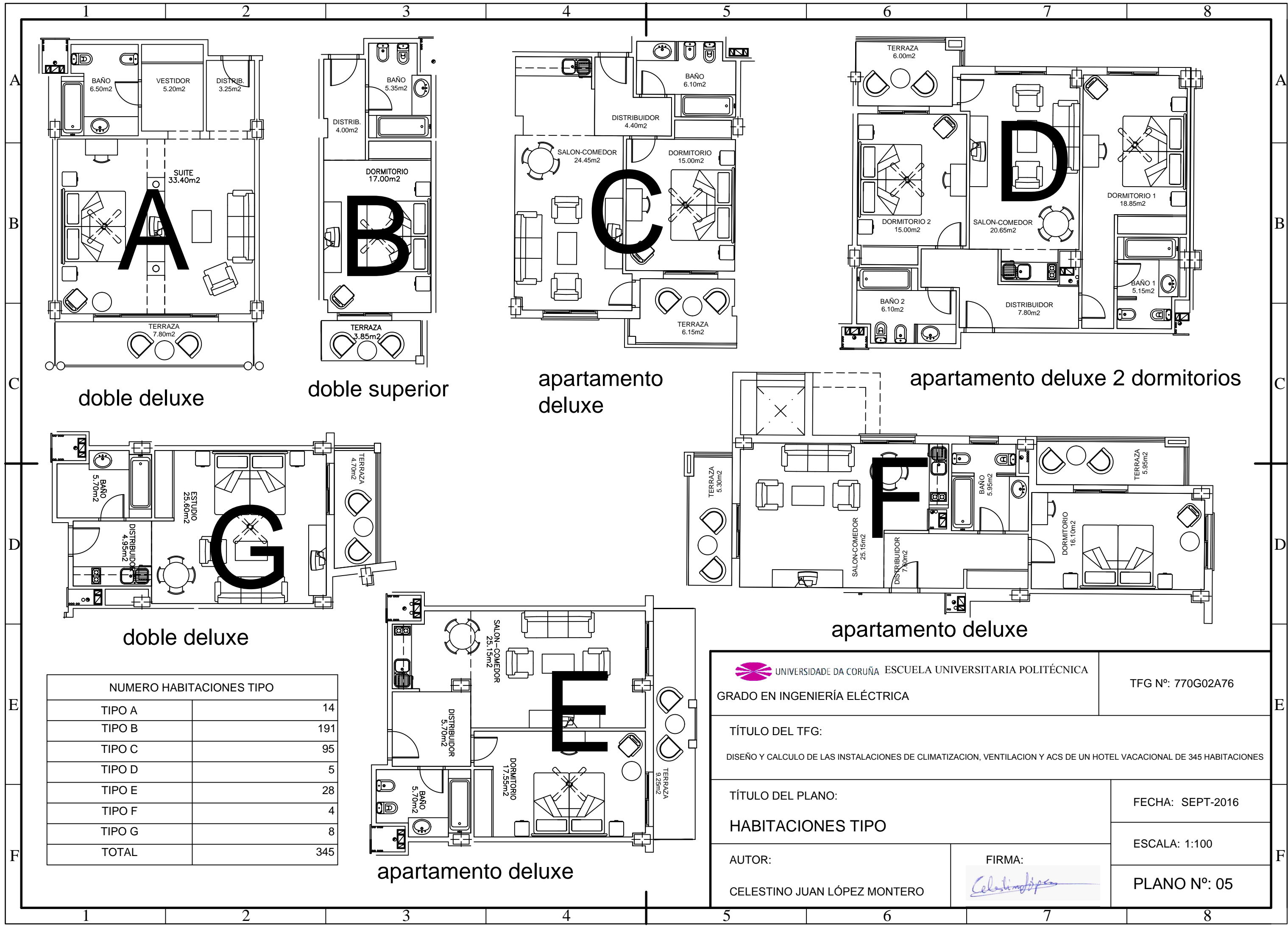














UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A76

TÍTULO DEL TFG:  
DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES

TÍTULO DEL PLANO:  
HABITACIONES TIPO

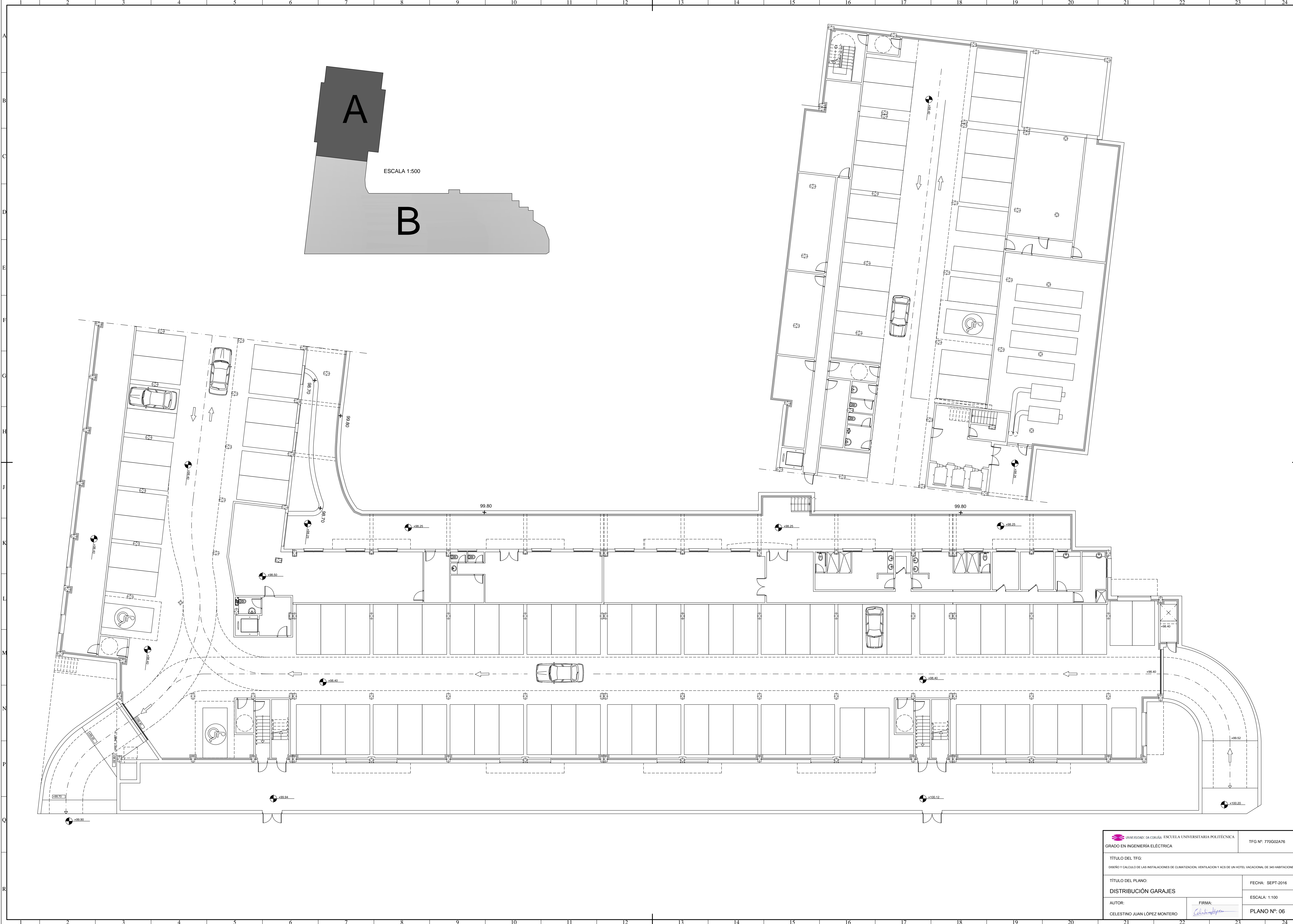
AUTOR:  
CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO

FIRMA:  

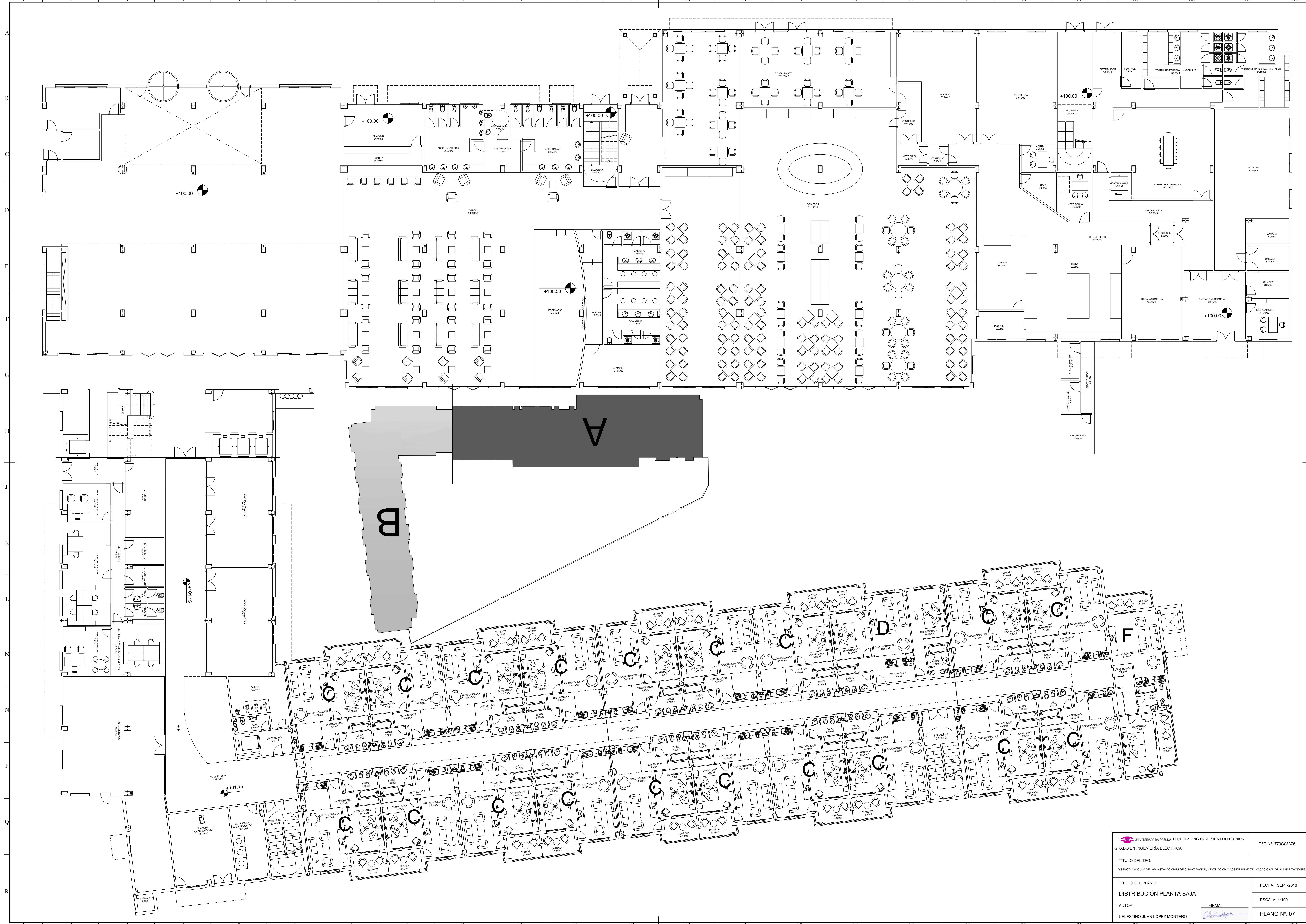

FECHA: SEPT-2016

ESCALA: 1:100

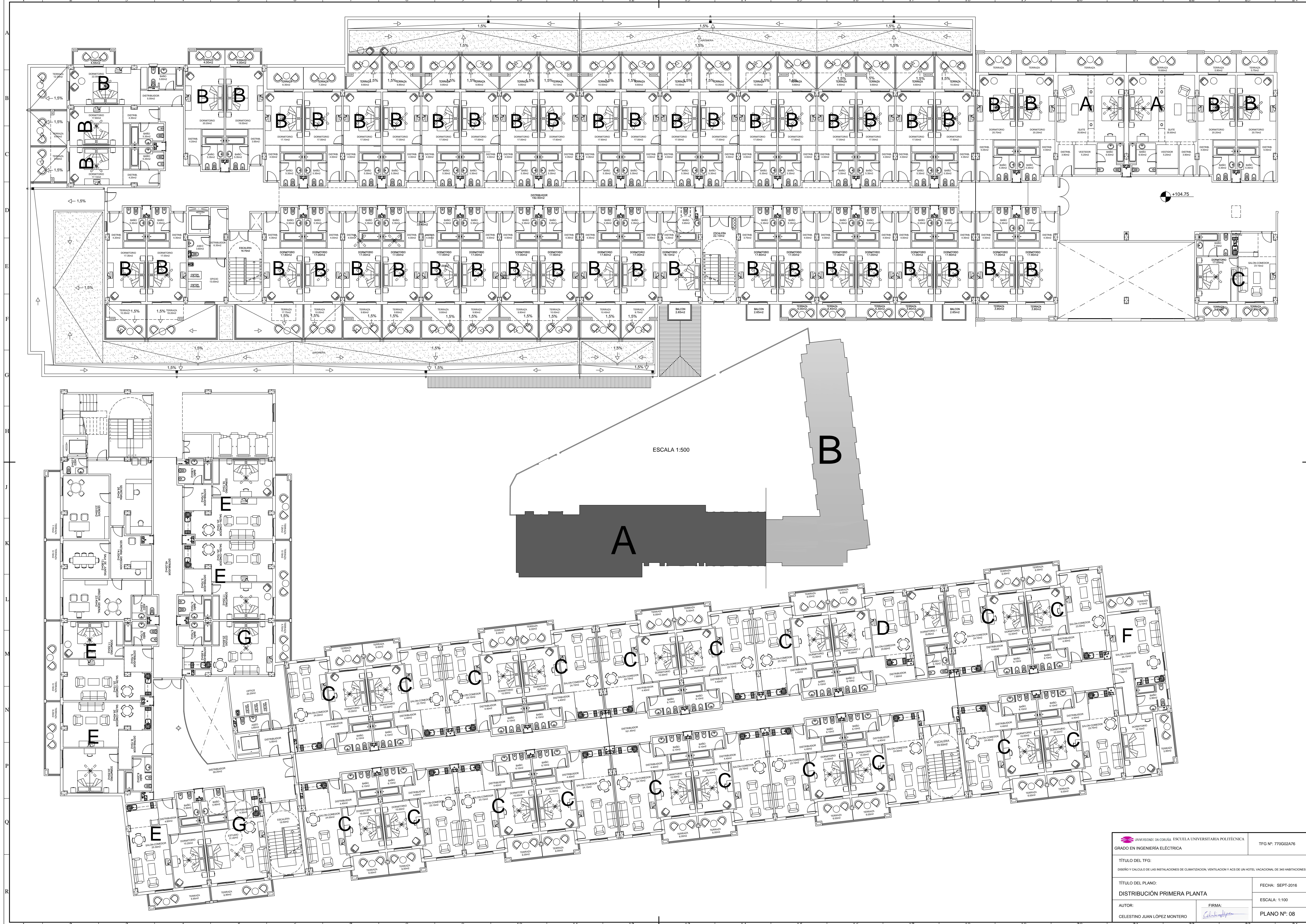
PLANO Nº: 05



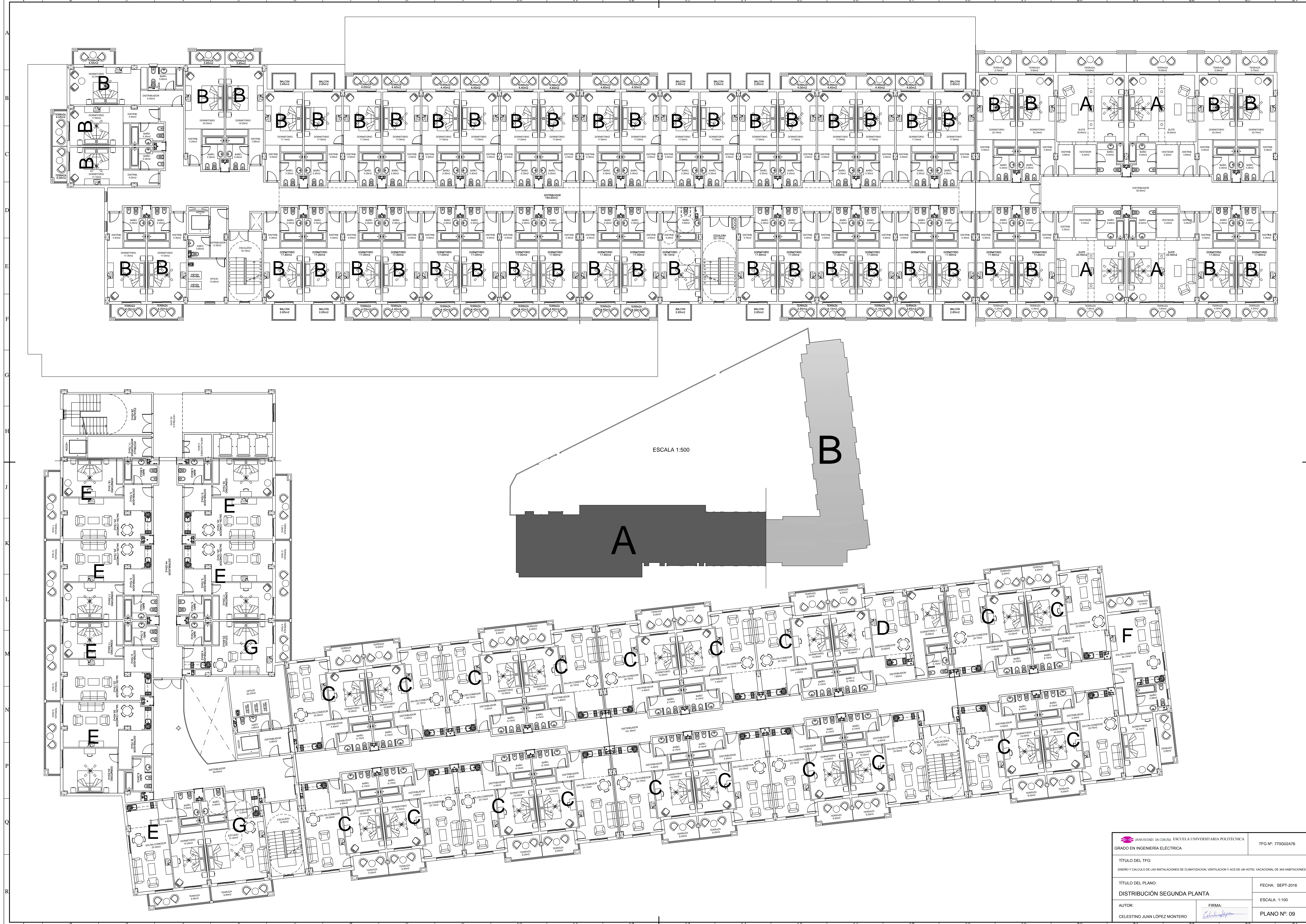




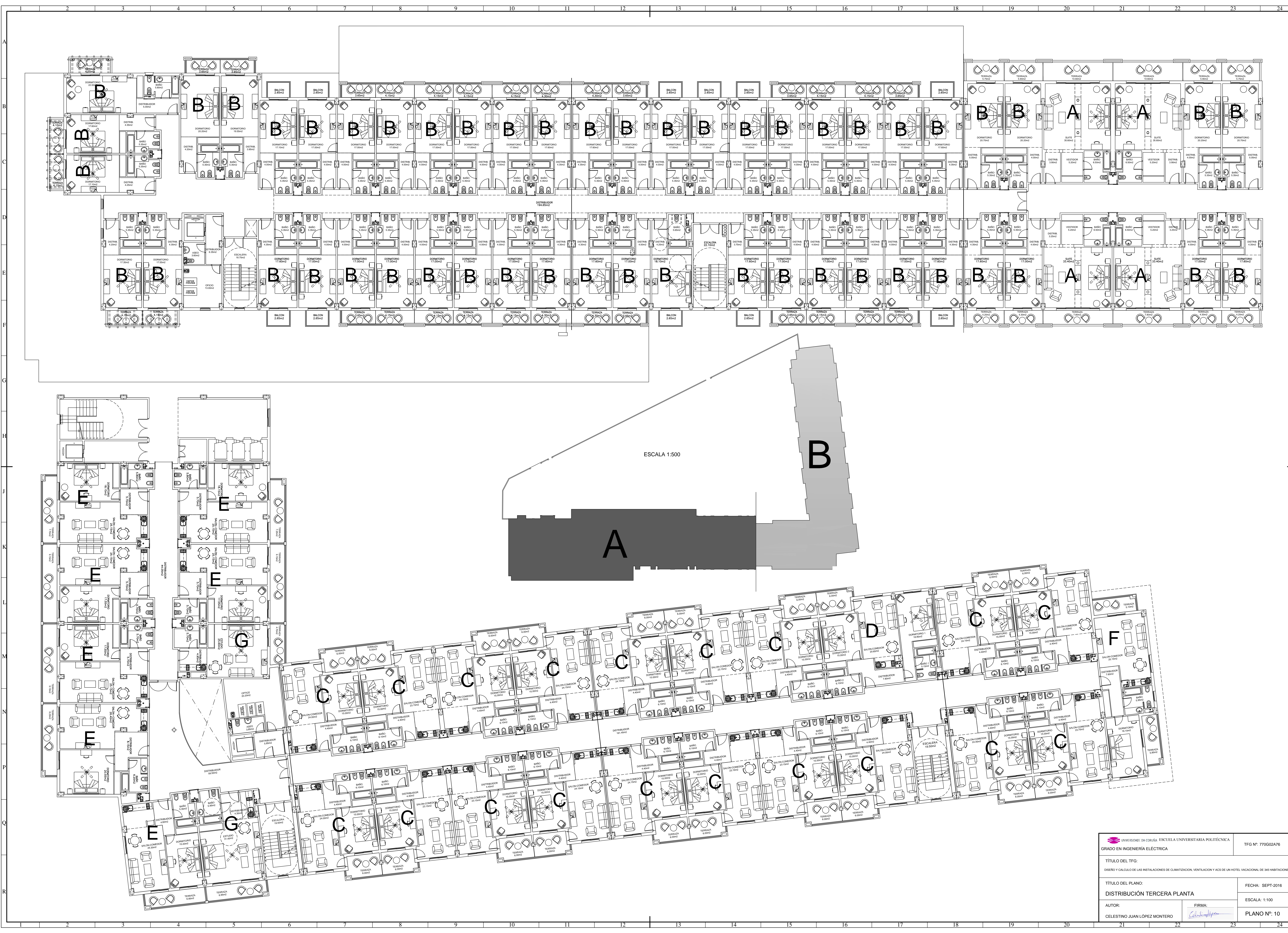








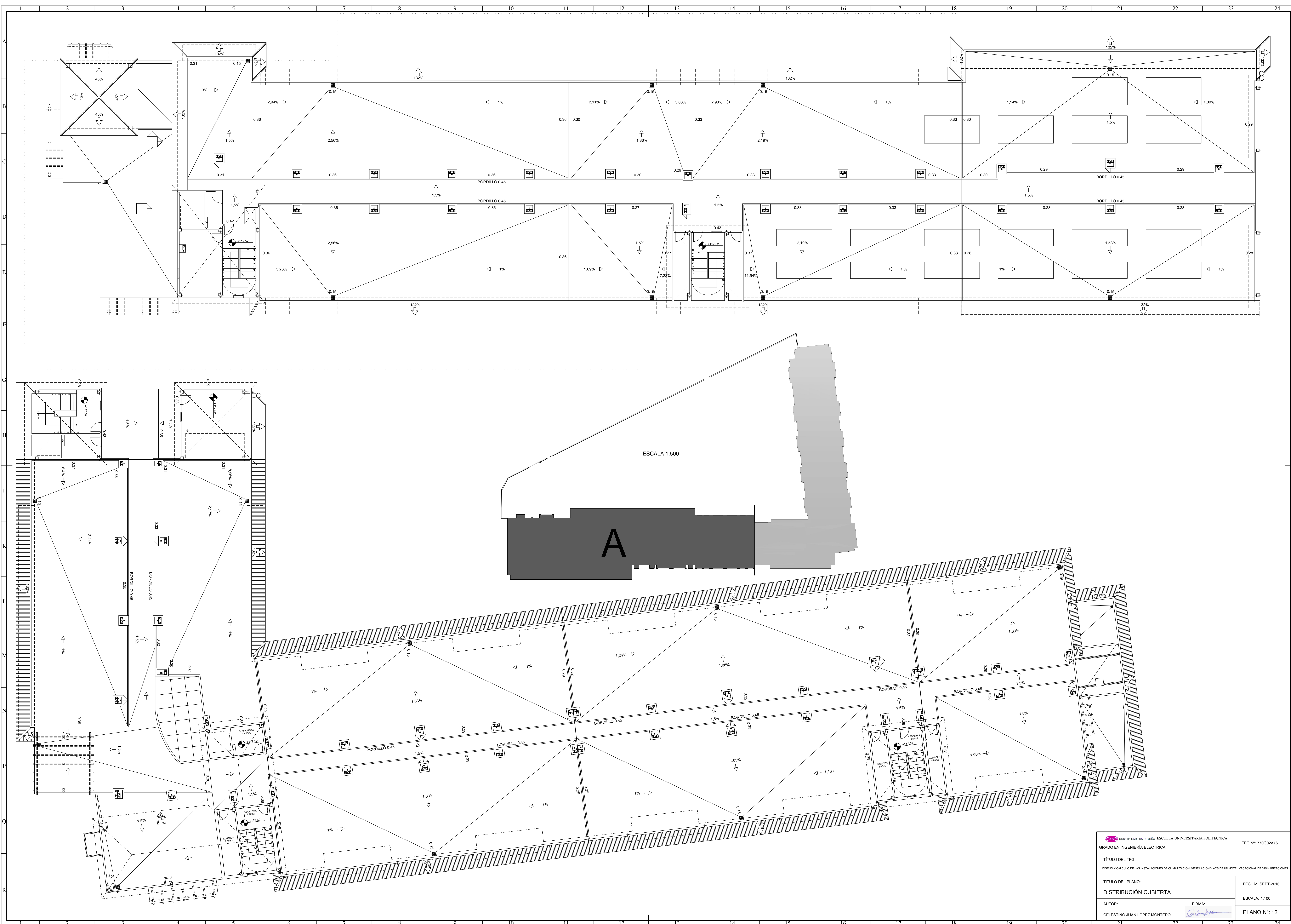




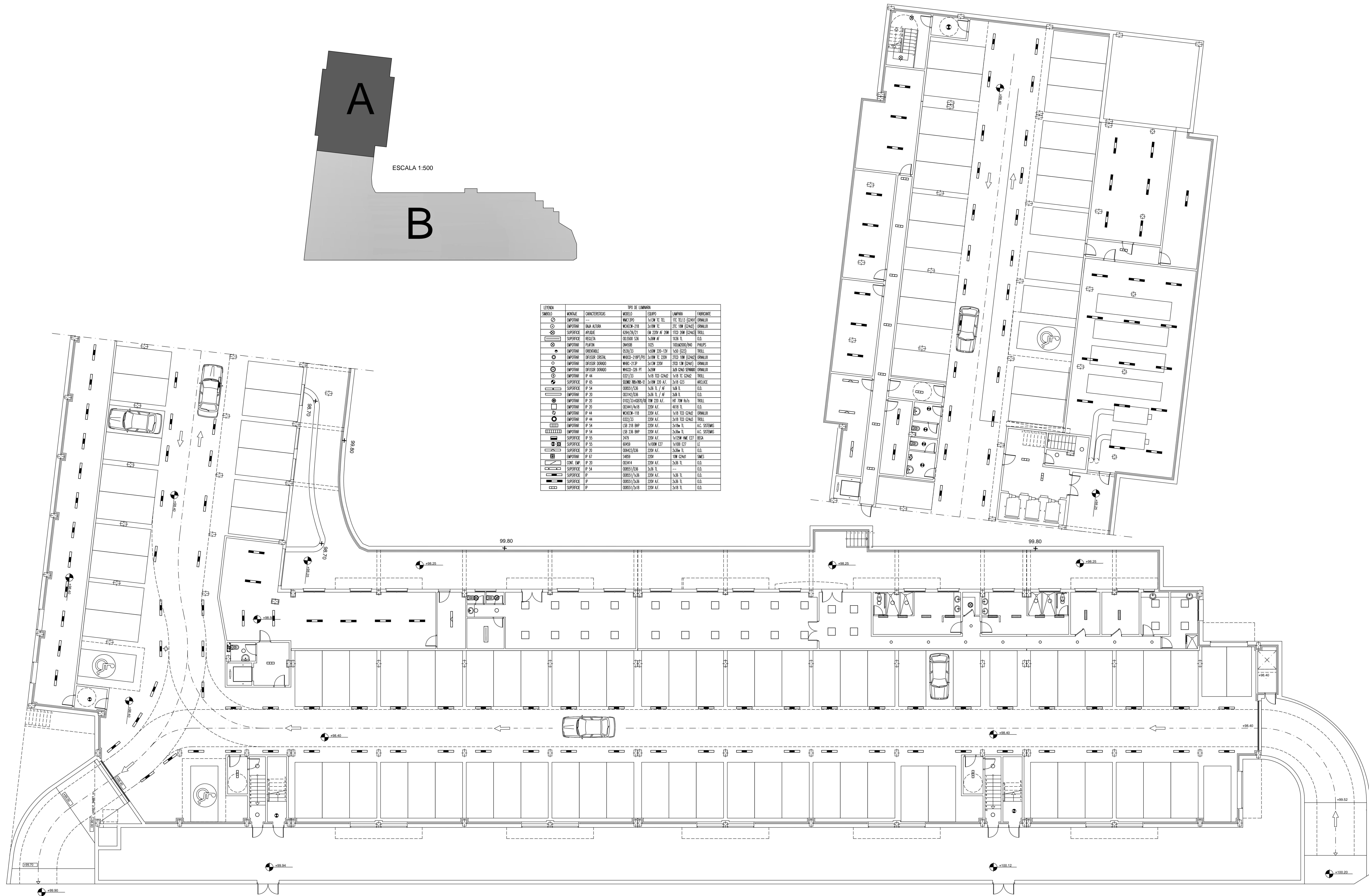




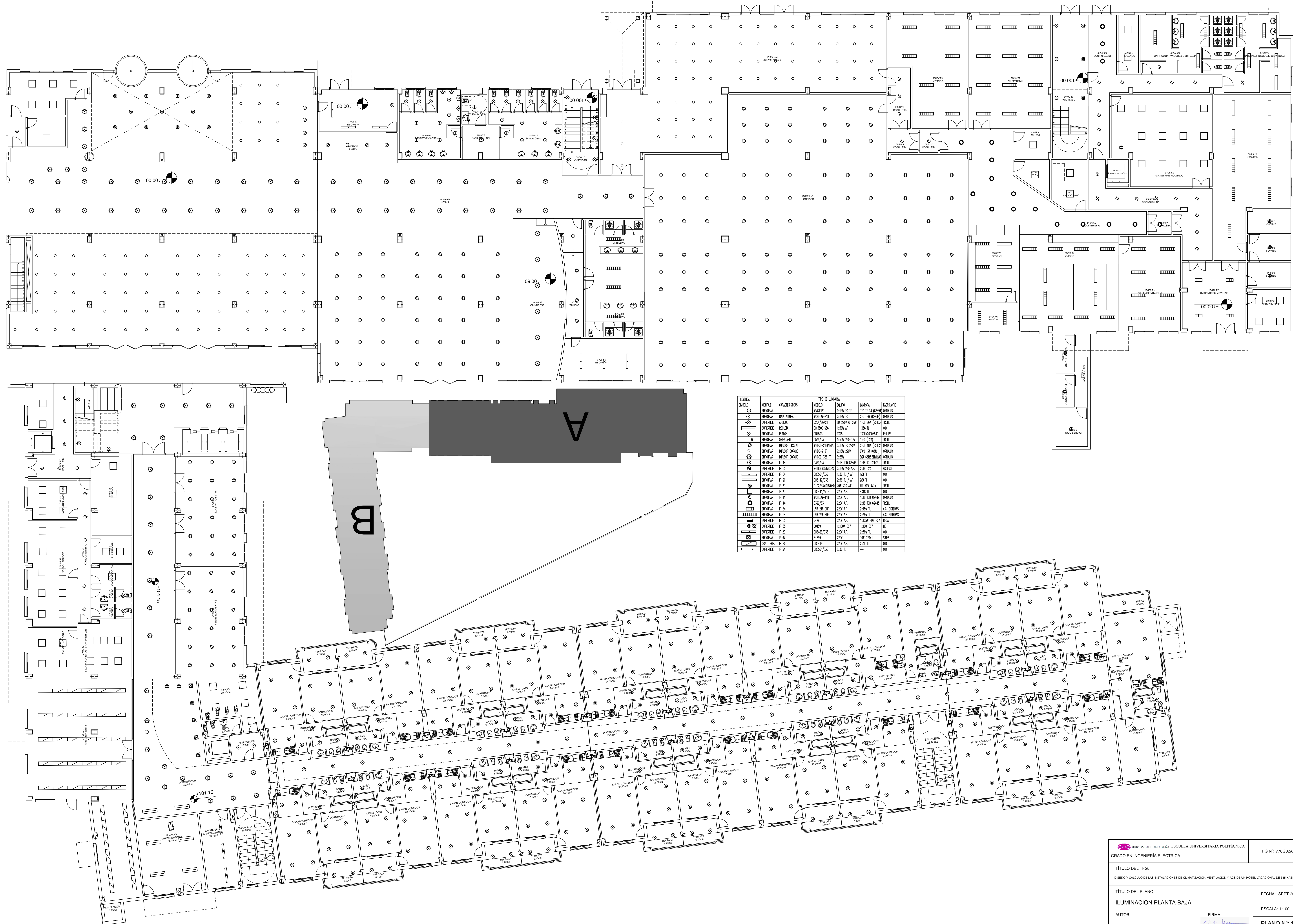




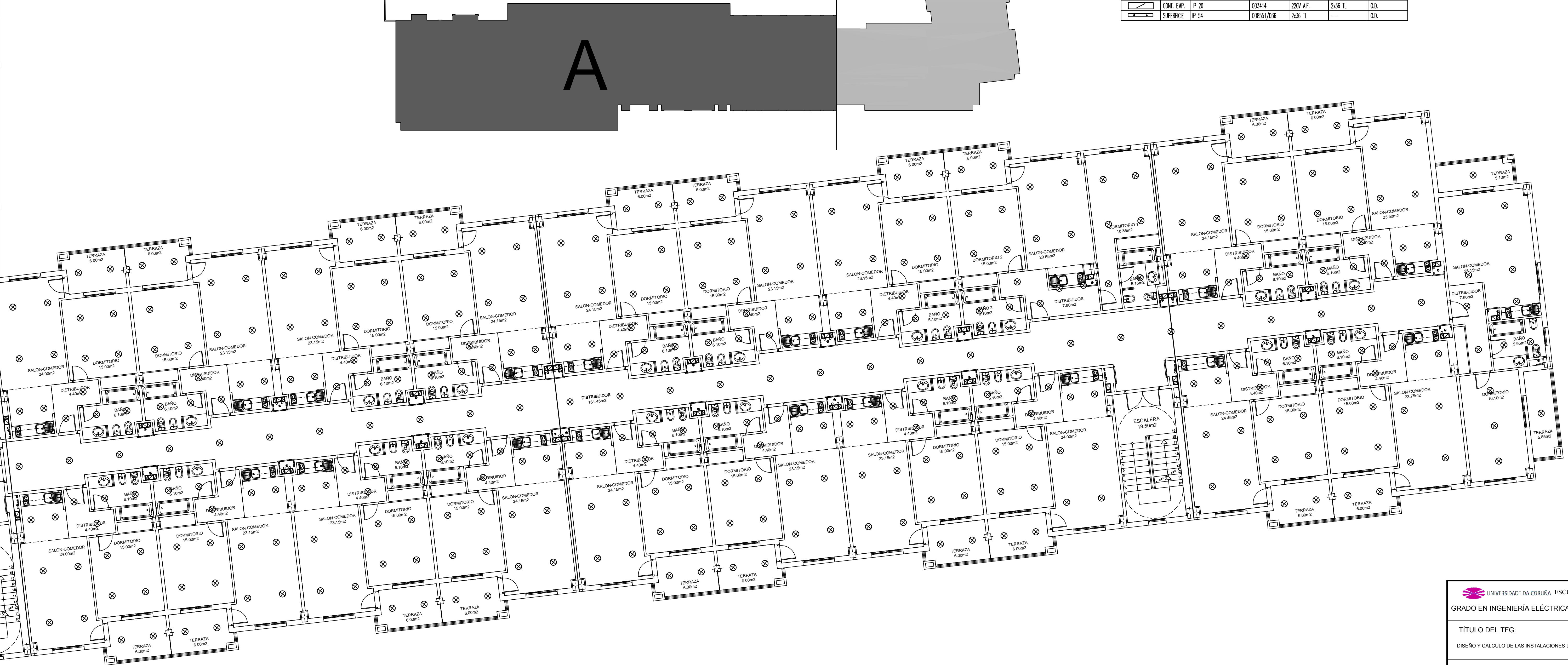
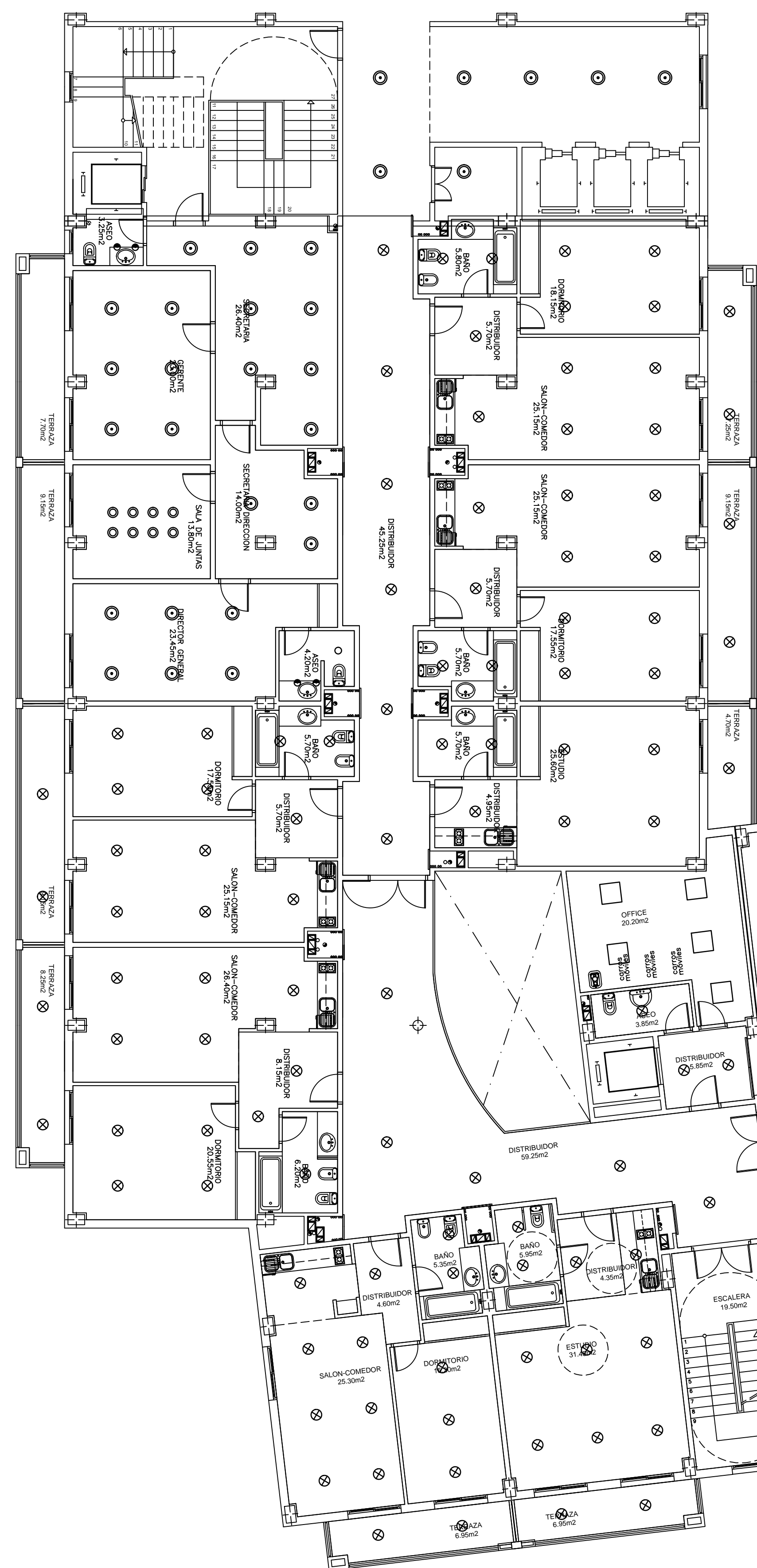
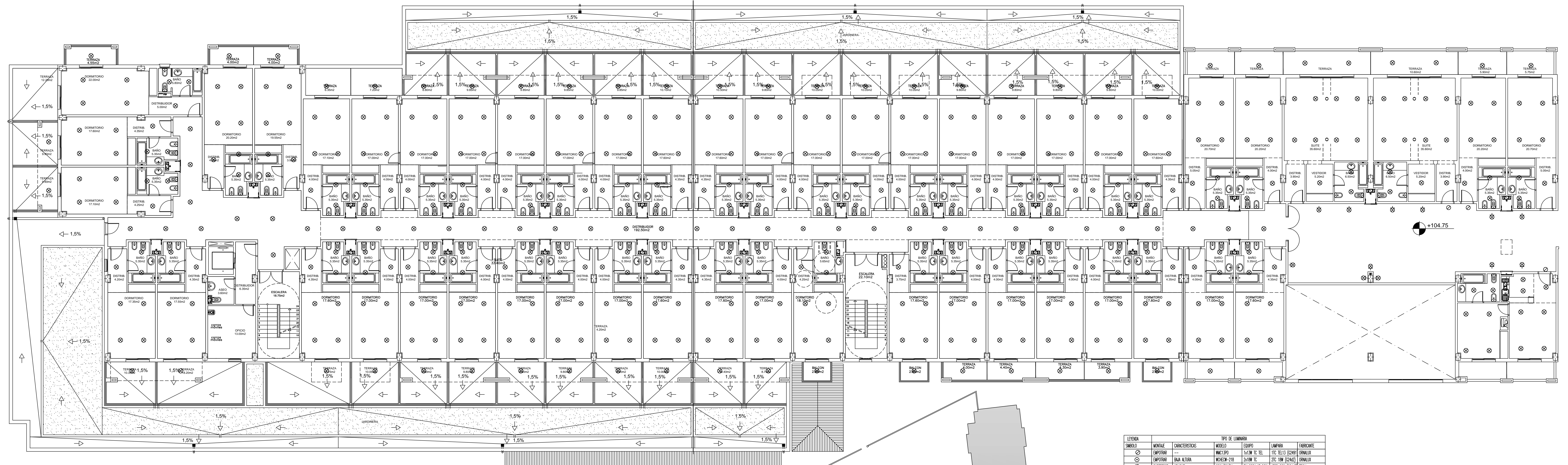




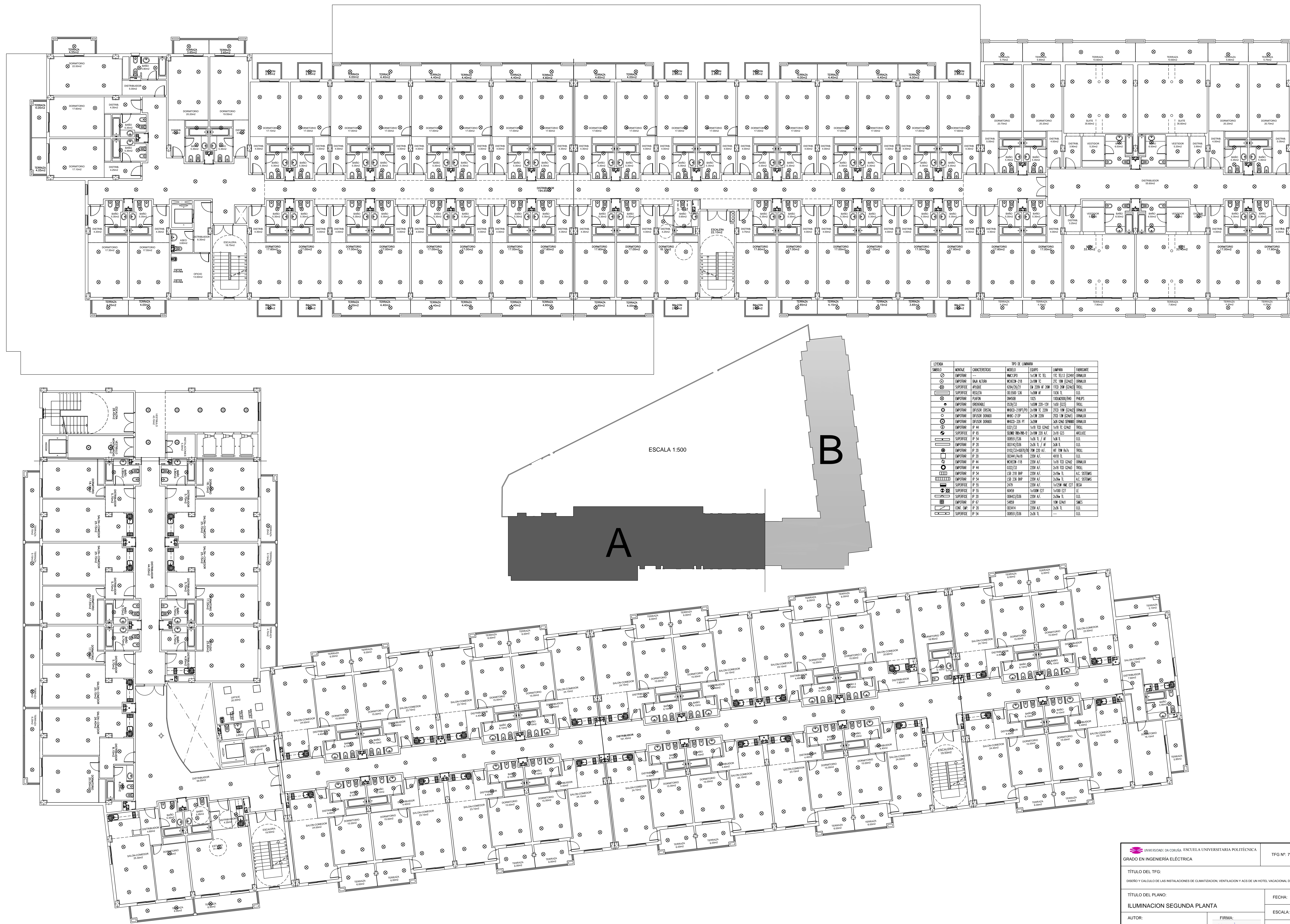






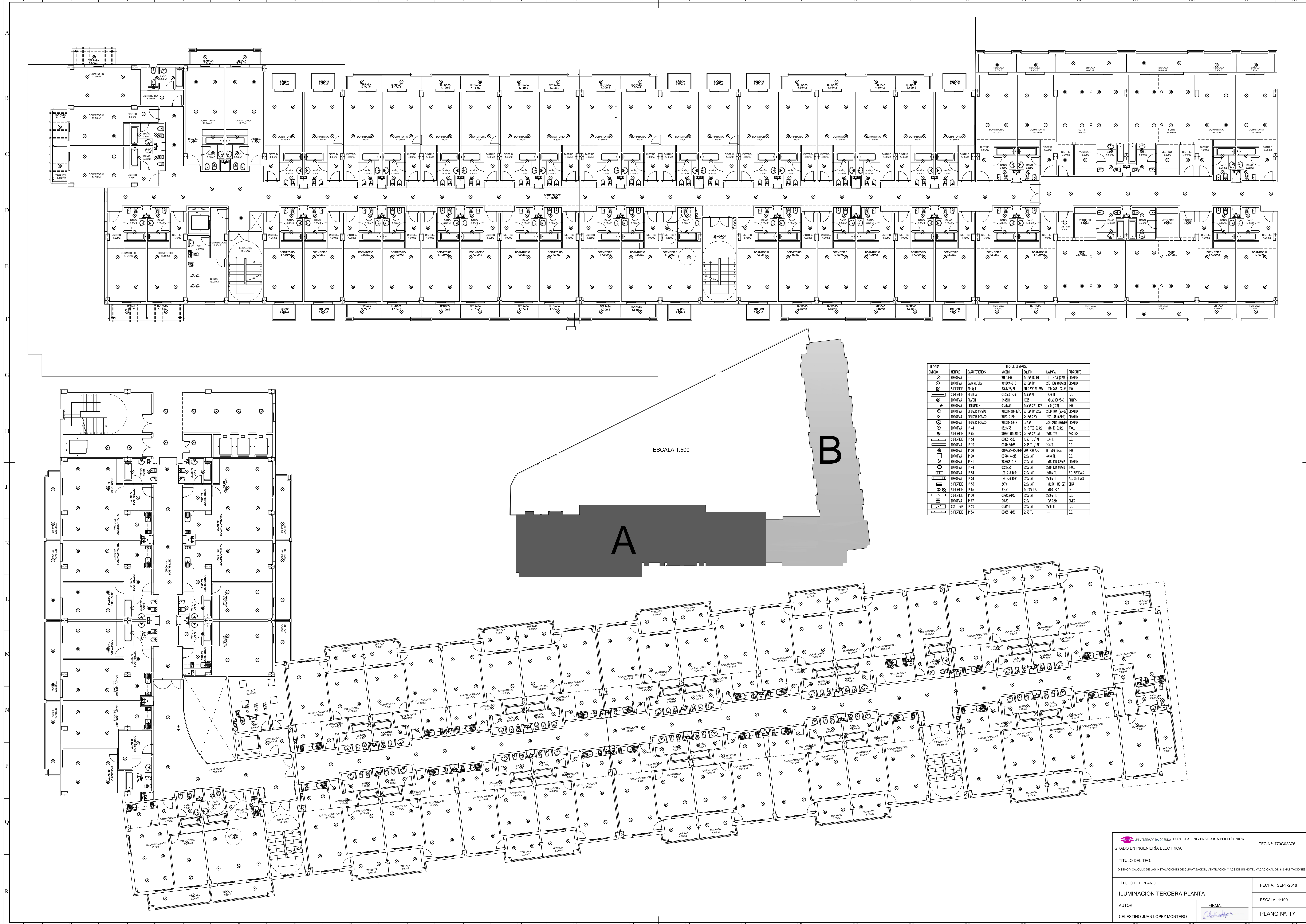
[illegible]





SISTEMA		TPO DE LAMPARA				
LENGUAJE	MONITOR	CARACTERISTICAS	MODELO	EQUIPO	LAMPARA	REPORTE
[ ]	EMFAPRO	RAMA ALTA	WCEH-213	213W	12	101313 (2441)
	EMFAPRO	PALEDE	10W 220V H 258	10W 220V	2442	101313 (2442)
[ ]	SUPREFE	REGLETA	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	EMFAPRO	DEGRABE	10W 220V	10W 220V	10	0.0
[ ]	EMFAPRO	OPESIS DESAL	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	EMFAPRO	OPESIS OPANO	10W 220V	10W 220V	10	0.0
[ ]	EMFAPRO	OPESIS OPANO	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	EMFAPRO	P 44	10W 220V	10W 220V	10	0.0
[ ]	SUPREFE	P 65	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	SUPREFE	P 54	10W 220V	10W 220V	10	0.0
[ ]	EMFAPRO	P 2	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	EMFAPRO	P 22	10W 220V	10W 220V	10	0.0
[ ]	EMFAPRO	P 44	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	EMFAPRO	P 44	10W 220V	10W 220V	10	0.0
[ ]	EMFAPRO	P 54	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	EMFAPRO	P 54	10W 220V	10W 220V	10	0.0
[ ]	EMFAPRO	P 55	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	SUPREFE	P 20	10W 220V	10W 220V	10	0.0
[ ]	EMFAPRO	P 67	10W 220V	10W 220V	10	0.0
	SUPREFE	P 54	10W 220V	10W 220V	10	0.0



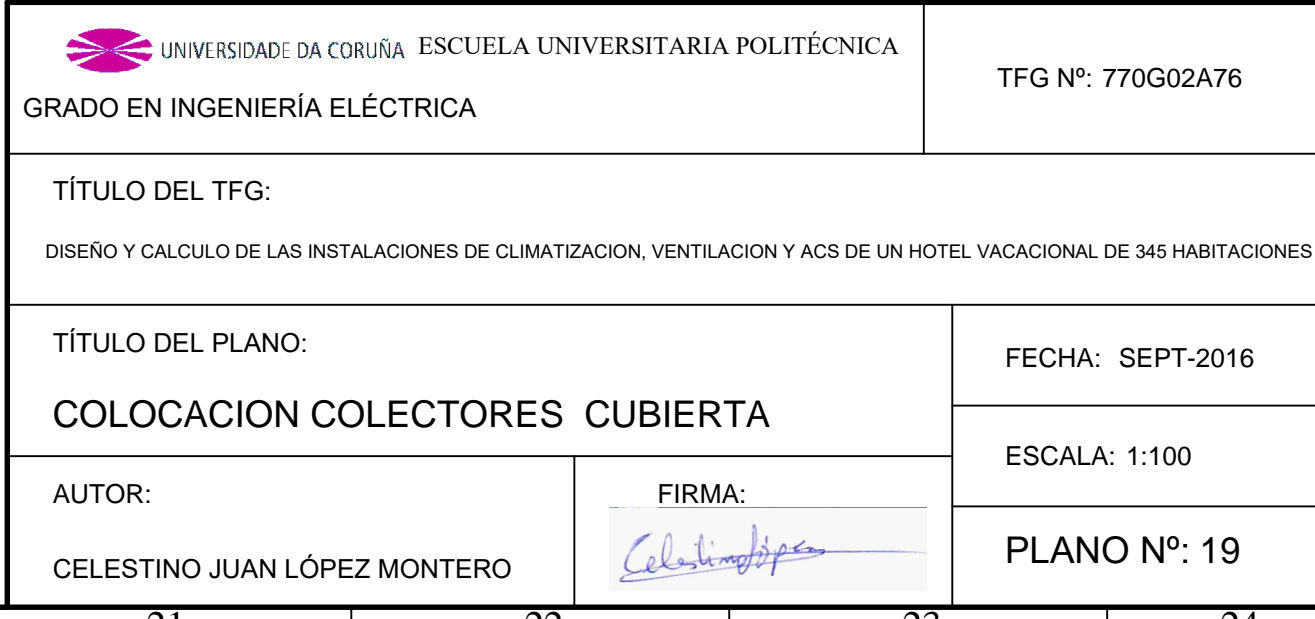


LEYENDA		TIPO DE LUMINARIA				
SÍMBOLO	MONIAL	CARACTERÍSTICAS	MODELO	EQUIPO	LUMINARIA	FABRICANTE
	EMPOTRADO		WAC1395	2x15W T5 TEL	T5C TEL13 (2x44)	OSRAM
	EMPOTRADO		WAC1395	2x15W T5	T5C TEL13 (2x44)	OSRAM
	SUPERFICIE	BAJA ALUMIN	2564/26/21	EM 220W HF 20W	T5D 20W (2x44)	TROL
	SUPERFICIE	REGLATA	01.5000.036	1x15W HF	1X16 TL	O.D.
	EMPOTRADO	PLAFON	DN4508	1X25	1X16 (MCCOOL) 240	PHILIPS
	EMPOTRADO	DEBENABLE	0230/03	1x15W 220-120	1x16 (2x)	TROL
	EMPOTRADO	DISCOS CIRCUL	WAC13-1987/P3	2x15W T5 220V	T5D 20W (2x44)	OSRAM
	EMPOTRADO	DISCOS OBLONG	WAC13-213P	2x15W 220V	T5D 20W (2x44)	OSRAM
	EMPOTRADO	DISCOS OBLONG	WAC13-206 PT	3x20W	3x16 (2x) 240V	OSRAM
	EMPOTRADO	P 44	0227/03	1x16 T5D 2x44	1x16 T5 2x44	TROL
	SUPERFICIE	P 65	0230/03	2x15W 220 AF	1x16 T5 2x44	ACUQUE
	SUPERFICIE	P 54	0230/03	1x16 T5 / HF	1x16 TL	O.D.
	EMPOTRADO	P 20	023142/036	2x16 TL / HF	2x16 TL	O.D.
	EMPOTRADO	P 20	0102/23+H207/04	70W 230 AF	HT 70W 2x16	TROL
	EMPOTRADO	P 20	02341/418	220V AF	4x16 TL	O.D.
	EMPOTRADO	P 44	WAC13-118	220V AF	1x16 T5D 2x44	OSRAM
	EMPOTRADO	P 44	0227/03	220V AF	2x16 T5D 2x44	TROL
	EMPOTRADO	P 54	LSB 218 BFP	220V AF	2x16 TL	AC. SISTEMAS
	EMPOTRADO	P 54	LSB 218 BFP	220V AF	2x16 TL	AC. SISTEMAS
	SUPERFICIE	P 55	2479	220V AF	1x170W HMC 227	BEA
	SUPERFICIE	P 55	88609	1x100W 227	1x100 227	LE
	SUPERFICIE	P 20	02442/036	220V AF	2x16 TL	O.D.
	EMPOTRADO	P 67	54809	220V	10W 2x41	SMES
	CONT. DIF.	P 20	023414	220V AF	2x16 TL	O.D.
	SUPERFICIE	P 54	02351/036	2x16 TL	---	O.D.

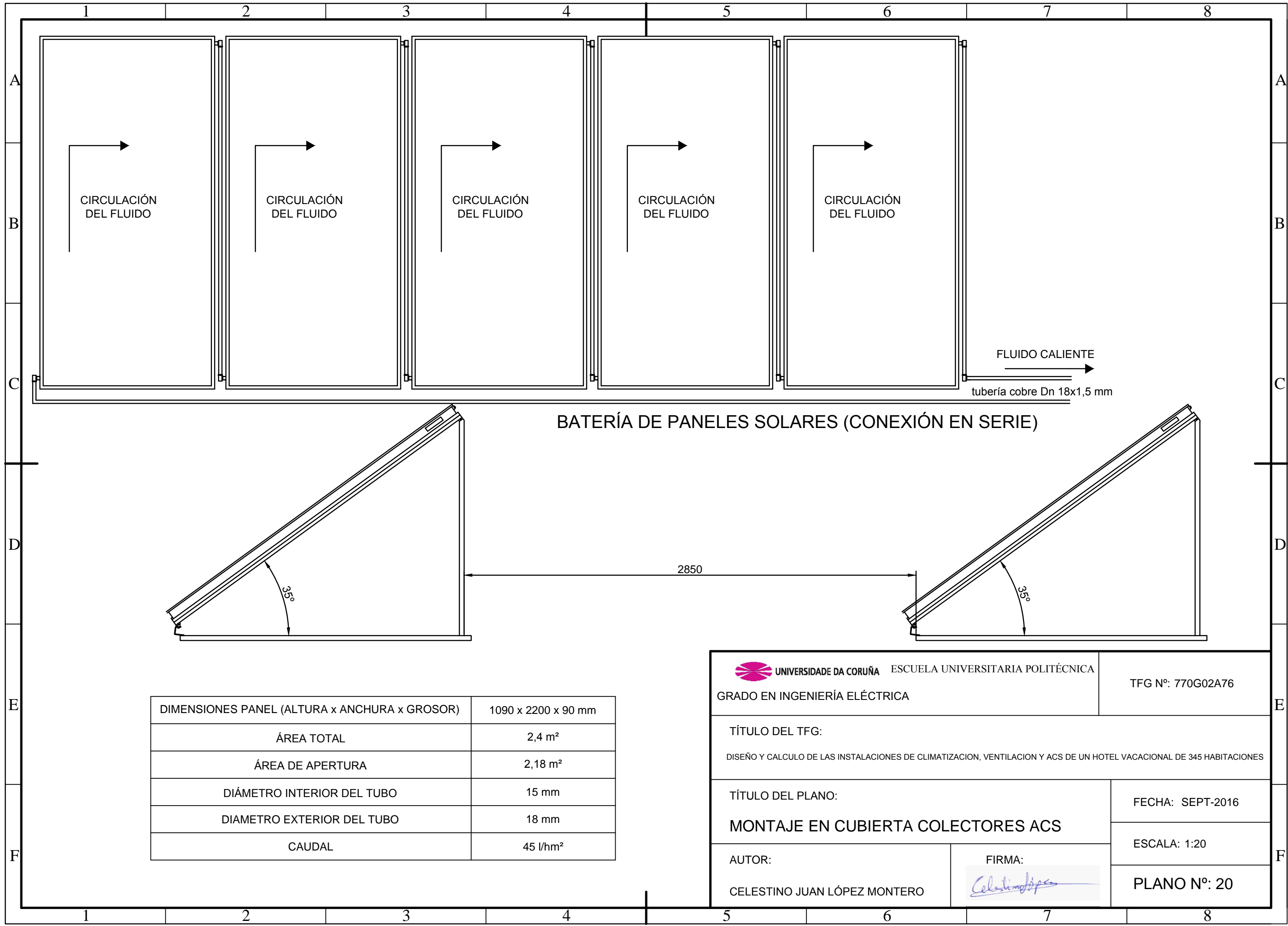




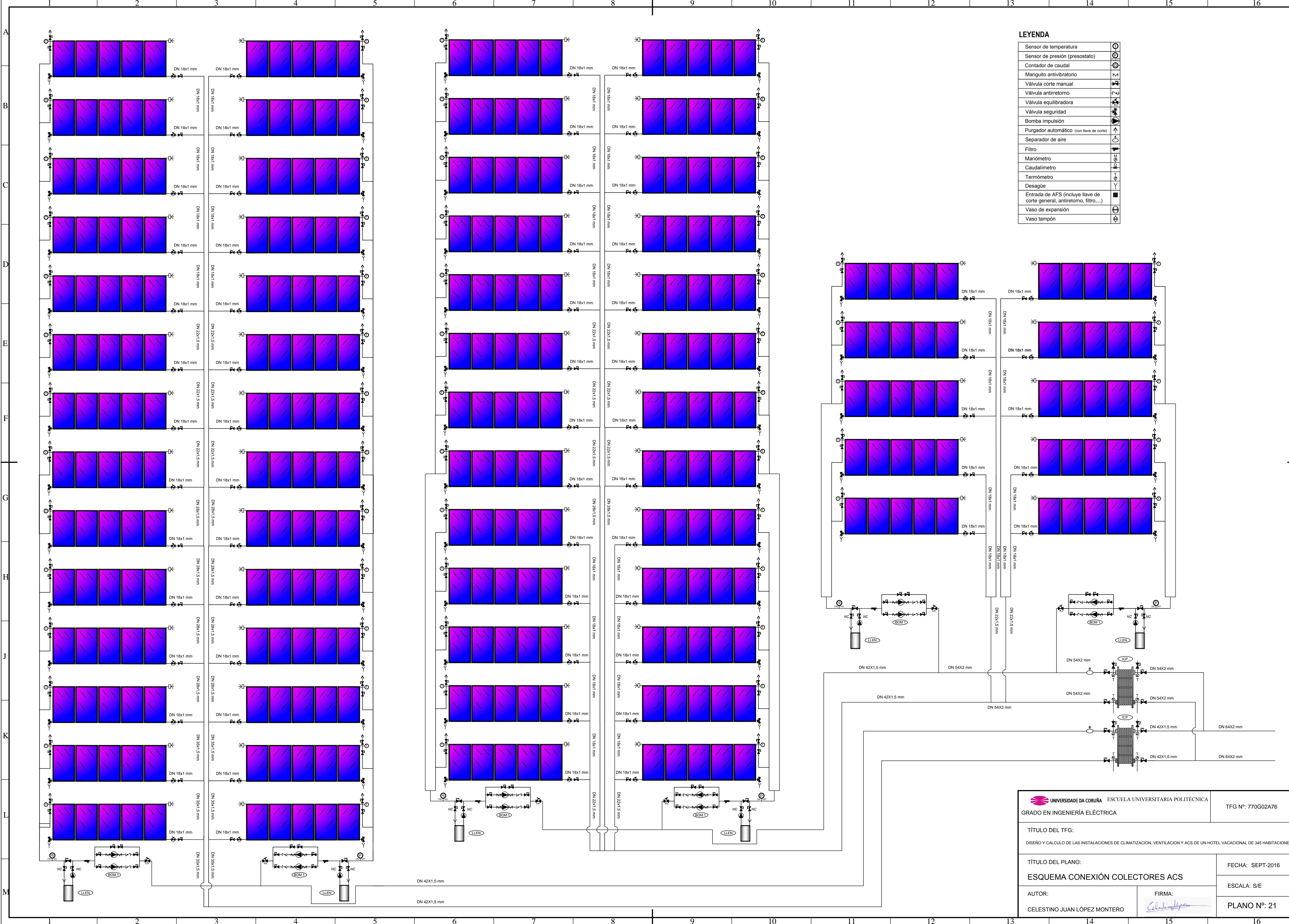




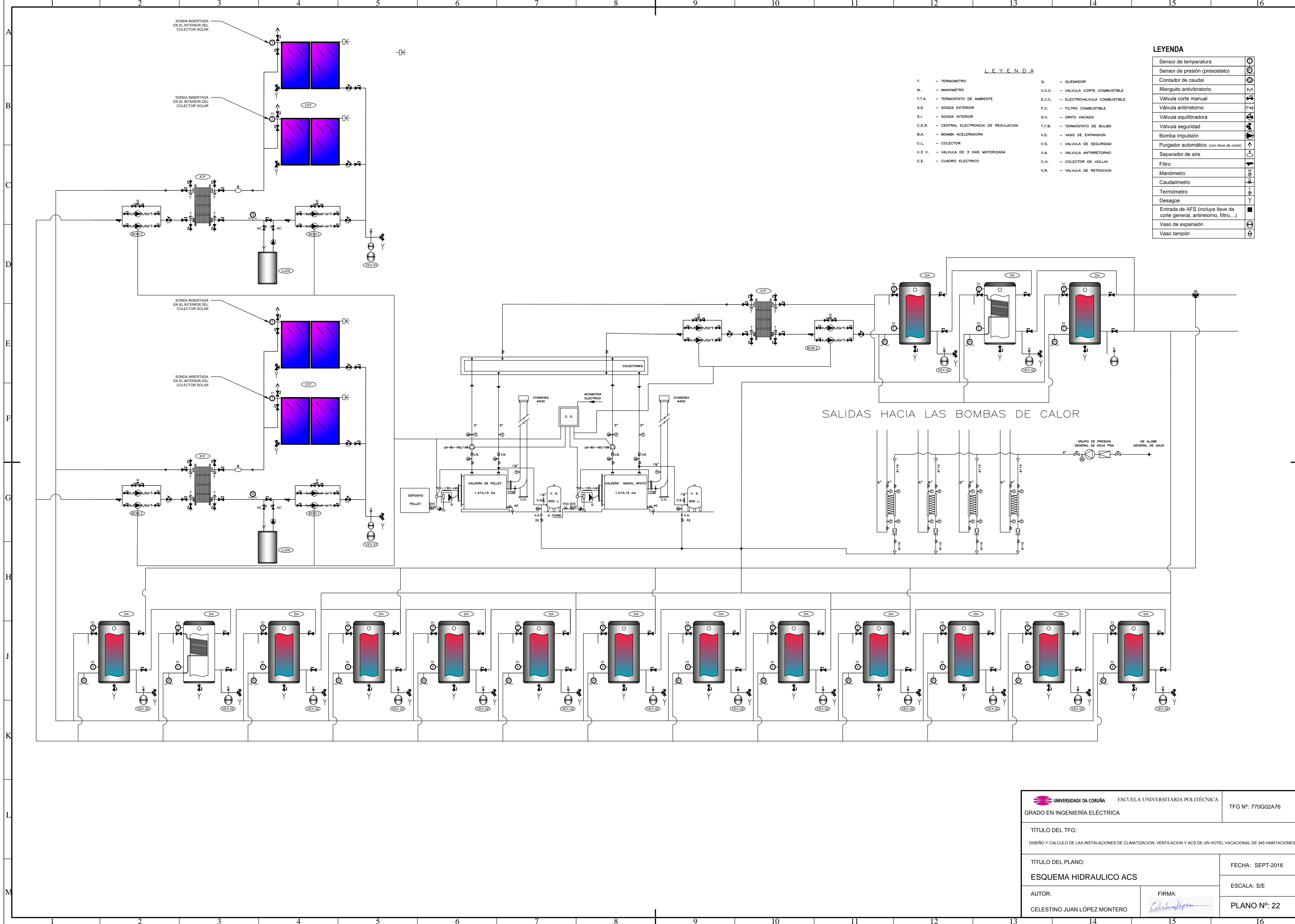












LEYENDA

- |        |                                     |        |                              |
|--------|-------------------------------------|--------|------------------------------|
| T.     | - TERMOMETRO                        | Q.     | - QUEMADOR                   |
| M.     | - MANOMETRO                         | V.C.C. | - VALVULA CORTE COMBUSTIBLE  |
| T.T.A. | - TERMOSTATO DE AMBIENTE            | E.V.C. | - ELECTROVALVULA COMBUSTIBLE |
| S.E.   | - SONTA EXTERIOR                    | F.C.   | - FILTRO COMBUSTIBLE         |
| S.I.   | - SONTA INTERIOR                    | G.V.   | - GRIFO VACIADO              |
| C.E.R. | - CENTRAL ELECTRONICA DE REGULACION | T.T.B. | - TERMOSTATO DE BULBO        |
| B.A.   | - BOMBA ACCELERADORA                | V.E.   | - VASO DE EXPANSION          |
| C.L.   | - COLECTOR                          | V.S.   | - VALVULA DE SEGURIDAD       |
| V.3 V. | - VALVULA DE 3 VIAS MOTORIZADA      | V.A.   | - VALVULA ANTIRRETORNO       |
| C.E.   | - CUADRO ELECTRICO                  | G.H.   | - COLECTOR DE HOLLIN         |
|        |                                     | V.R.   | - VALVULA DE RETENCION       |

LEYENDA

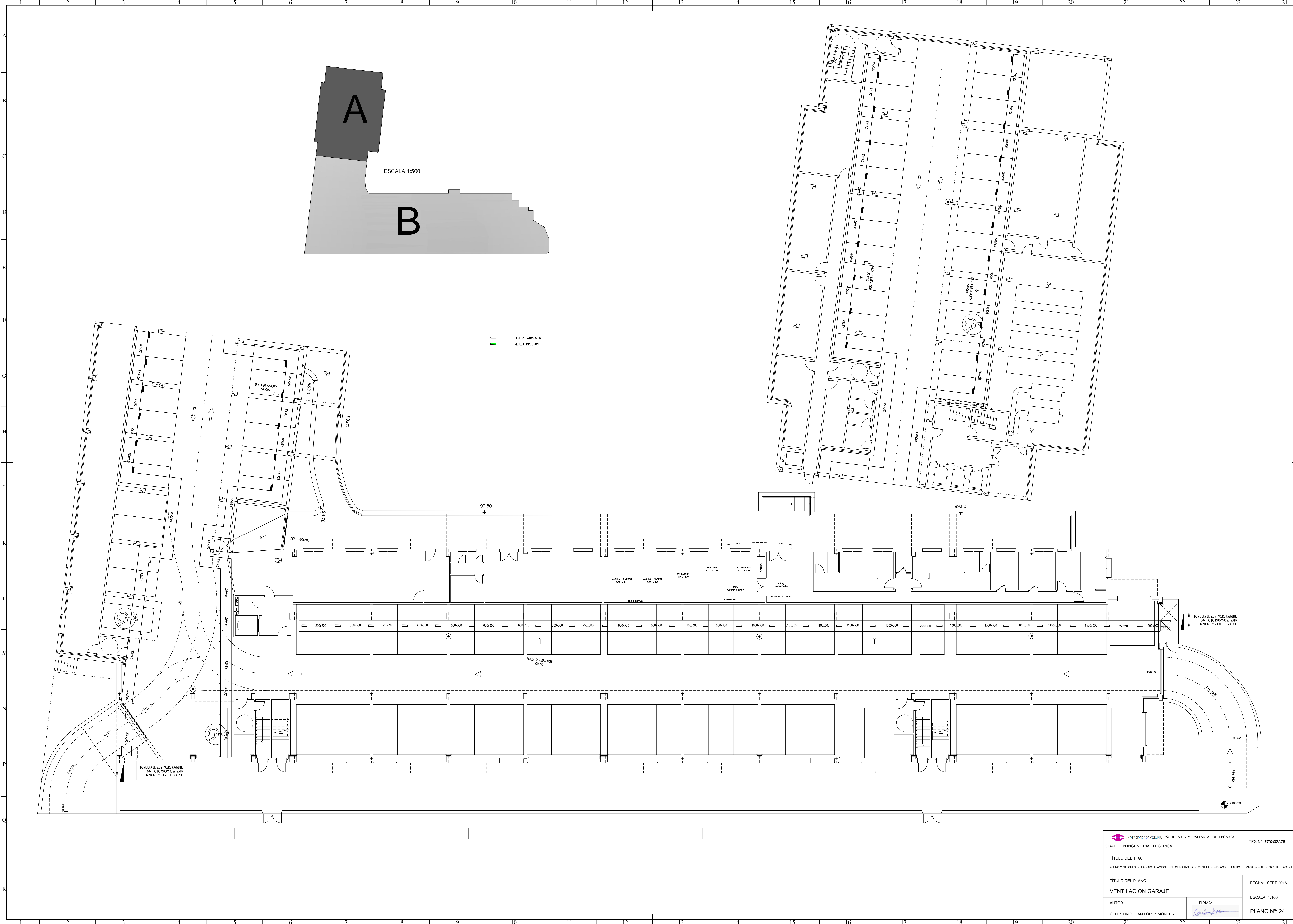
- |   |  |
|---|--|
| Sensor de temperatura   |  |
| Sensor de presión (presostato)  |  |
| Contador de caudal  |  |
| Manguito antivibratorio   |  |
| Válvula corte manual  |  |
| Válvula antirretorno  |  |
| Válvula equilibradora   |  |
| Válvula seguridad   |  |
| Bomba impulsión   |  |
| Purgador automático (con llave de corte)                                  |  |
| Separador de aire   |  |
| Filtro  |  |
| Manómetro   |  |
| Caudalímetro  |  |
| Termómetro  |  |
| Desagüe   |  |
| Entrada de AFS (incluye llave de corte general, antirretorno, filtro,...) |  |
| Vaso de expansión   |  |
| Vaso tampón   |  |



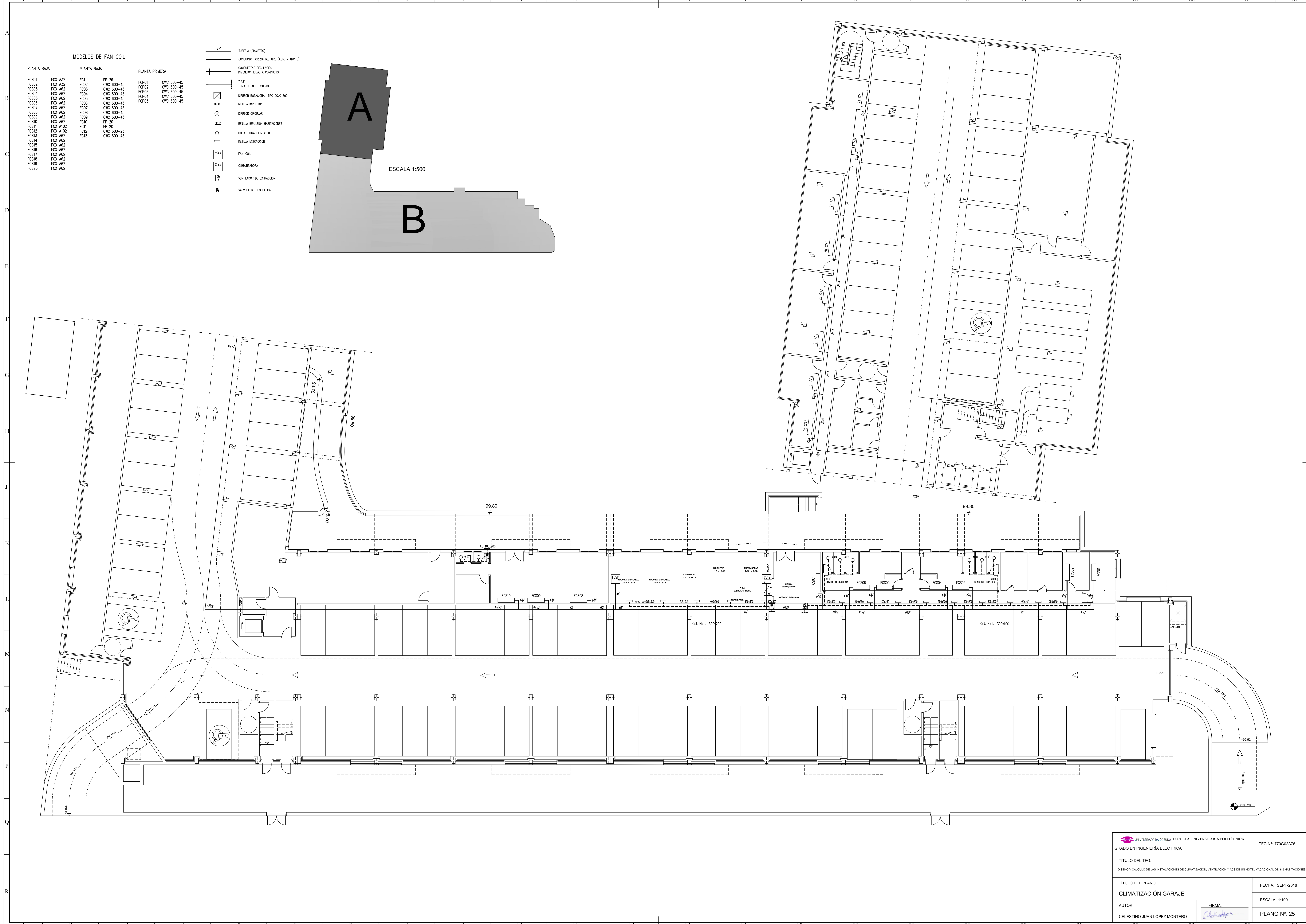
LEYENDA

- |        |                                     |        |                              |
|--------|-------------------------------------|--------|------------------------------|
| T.     | - TERMOMETRO                        | Q.     | - QUEMADOR                   |
| M.     | - MANOMETRO                         | V.C.C. | - VALVULA CORTE COMBUSTIBLE  |
| T.T.A. | - TERMOSTATO DE AMBIENTE            | E.V.C. | - ELECTROVALVULA COMBUSTIBLE |
| S.E.   | - SONDA EXTERIOR                    | F.C.   | - FILTRO COMBUSTIBLE         |
| S.I.   | - SONDA INTERIOR                    | G.V.   | - GRIFO VACIADO              |
| C.E.R. | - CENTRAL ELECTRONICA DE REGULACION | T.I.B. | - TERMOSTATO DE BULBO        |
| B.A.   | - BOMBA ACCELERADORA                | V.E.   | - VASO DE EXPANSION          |
| C.L.   | - COLECTOR                          | V.S.   | - VALVULA DE SEGURIDAD       |
| V.3 V. | - VALVULA DE 3 VIAS MOTORIZADA      | V.A.   | - VALVULA ANTIRRETORNO       |
| C.E.   | - CUADRO ELECTRICO                  | C.H.   | - COLECTOR DE HOLLIN         |
|        |                                     | V.R.   | - VALVULA DE RETENCION       |









MODELOS DE FAN COIL

PLANTA BAJA	PLANTA BAJA	PLANTA PRIMERA
FCSD1 FCSD2 FCSD3 FCSD4 FCSD5 FCSD6 FCSD7 FCSD8 FCSD9 FCSD10 FCSD11 FCSD12 FCSD13 FCSD14 FCSD15 FCSD16 FCSD17 FCSD18 FCSD19 FCSD20	FCX A32 FCX A32 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62 FCX A62	FP 26 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45 CWC 600-45

- TUBERIA (DIAMETRO)
- CONDUCTO HORIZONTAL AIRE (ALTO x ANCHO)
- COMPUERTAS REGULACION DIMENSION IGUAL A CONDUCTO
- T.A.E. TOMA DE AIRE EXTERIOR
- DIFFUSOR ROTACIONAL TIPO DQAO 600
- REJILLA IMPULSION
- DIFFUSOR CIRCULAR
- REJILLA IMPULSION HABITACIONES
- BOSA EXTRACCION #100
- REJILLA EXTRACCION
- FAN-COIL
- CLIMATIZADORA
- VENTILADOR DE EXTRACCION
- VALVULA DE REGULACION

ESCALA 1:500

UNIVERSIDAD DE COCINA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770602A76
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES		
TÍTULO DEL PLANO: CLIMATIZACIÓN GARAJE		FECHA: SEPT-2016
AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO	FIRMA: <i>Celestino Juan López Montero</i>	ESCALA: 1:100
		PLANO Nº: 25









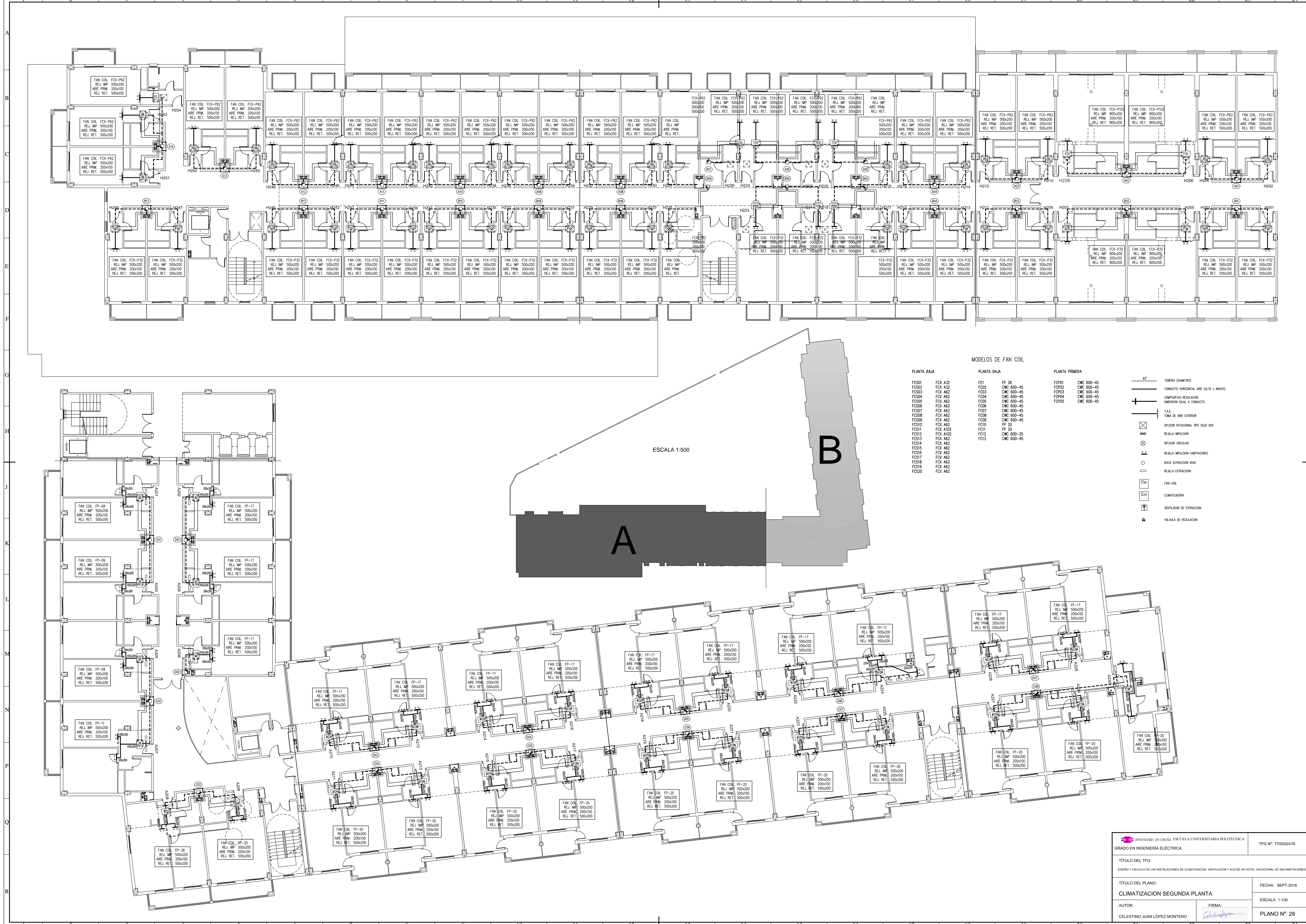
PLANTA BAJA		PLANTA BAJA		PLANTA PRIMERA	
FC501	FCX A32	FC1	FP 26	FP001	CWC 600-45
FC502	FCX A32	FP02	CWC 600-45	FP002	CWC 600-45
FC503	FCX A62	FC03	CWC 600-45	FP003	CWC 600-45
FC504	FCX A62	F004	CWC 600-45	FP004	CWC 600-45
FC505	FCX A62	F005	CWC 600-45	FP005	CWC 600-45
FC506	FCX A62	F006	CWC 600-45		
FC507	FCX A62	FC07	CWC 600-45		
FC508	FCX A62	FC08	CWC 600-45		
FC509	FCX A62	FC09	CWC 600-45		
FC510	FCX A62	FC10	FP 20		
FC511	FCX A102	FC11	FP 20		
FC512	FCX A102	FC12	CWC 600-25		
FC513	FCX A62	FC13	CWC 600-45		
FC514	FCX A62				
FC515	FCX A62				
FC516	FCX A62				
FC517	FCX A62				
FC518	FCX A62				
FC519	FCX A62				
FC520	FCX A62				

ESCALA 1:500

# B

A





PLANTA BAJA

- FCX01 FCX A32
- FCX02 FCX A32
- FCX03 FCX A62
- FCX04 FCX A62
- FCX05 FCX A62
- FCX06 FCX A62
- FCX07 FCX A62
- FCX08 FCX A62
- FCX09 FCX A62
- FCX10 FCX A62
- FCX11 FCX A102
- FCX12 FCX A102
- FCX13 FCX A62
- FCX14 FCX A62
- FCX15 FCX A62
- FCX16 FCX A62
- FCX17 FCX A62
- FCX18 FCX A62
- FCX19 FCX A62
- FCX20 FCX A62

PLANTA BAJA

- FP 26
- CWC 600-45
- CWC 600-45
- CWC 600-45
- CWC 600-45
- CWC 600-45
- CWC 600-45
- CWC 600-45
- CWC 600-45
- CWC 600-45
- FP 20
- FP 20
- CWC 600-25
- CWC 600-45

PLANTA PRIMERA

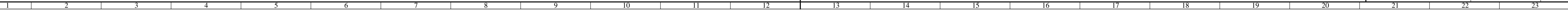
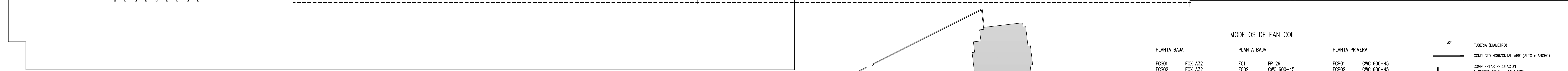
- FCP01 CWC 600-45
- FCP02 CWC 600-45
- FCP03 CWC 600-45
- FCP04 CWC 600-45
- FCP05 CWC 600-45

- 8" TUBERIA (DIAMETRO)
- CONDUCTO HORIZONTAL AIRE (ALTO x ANCHO)
- COMPUERTAS REGULADOR DIMENSION IGUAL A CONDUCTO
- T.A.E. TOMA DE AIRE EXTERIOR
- DIUSOR ROTACIONAL TIPO D200 600
- REALLA IMPULSION
- DIUSOR CIRCULAR
- REALLA IMPULSION HABITACIONES
- BOCA EXTRACCION #100
- REALLA EXTRACCION
- FAN-COIL
- CLIMATIZADORA
- VENTILADOR DE EXTRACCION
- VALVULA DE REGULACION



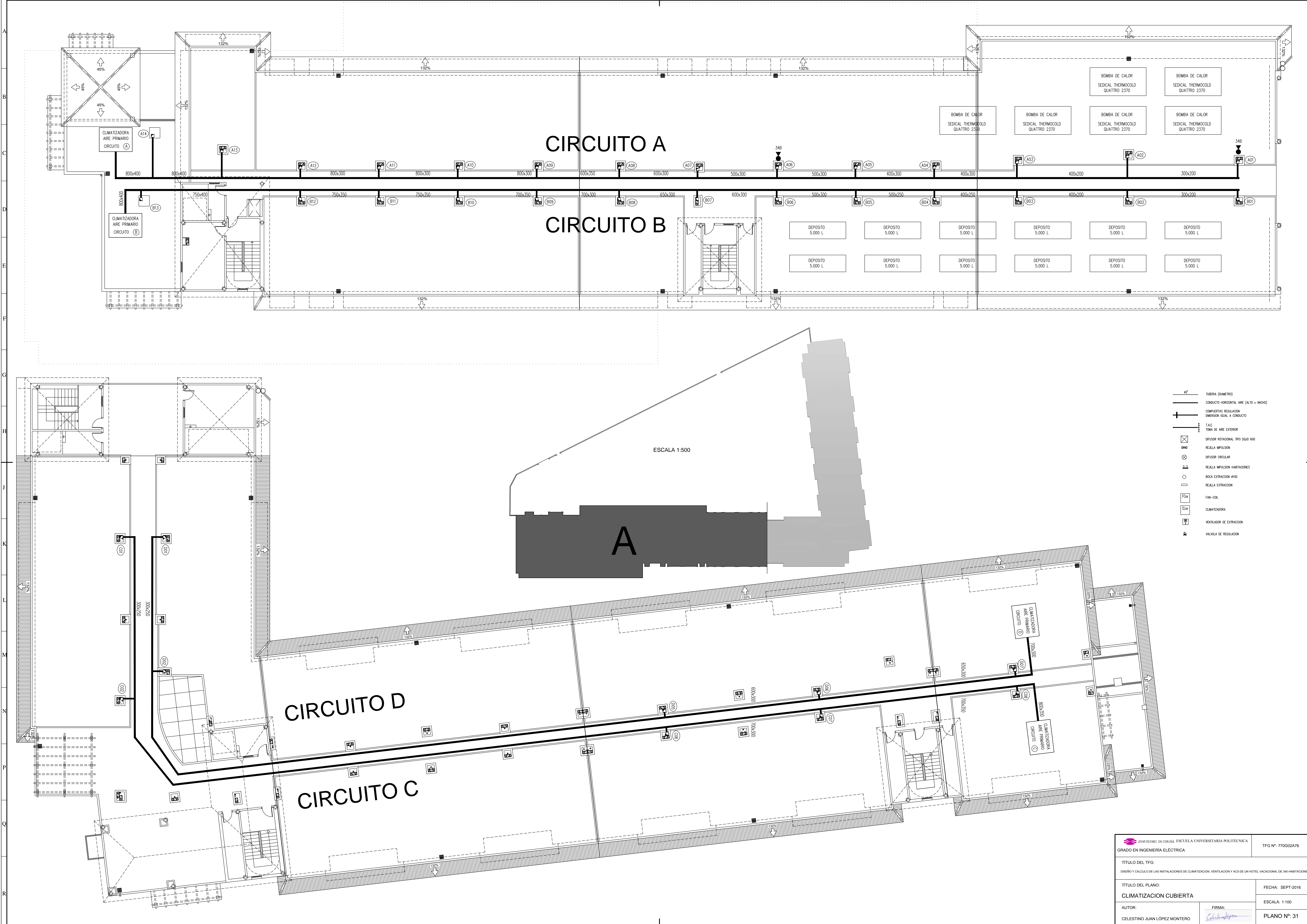




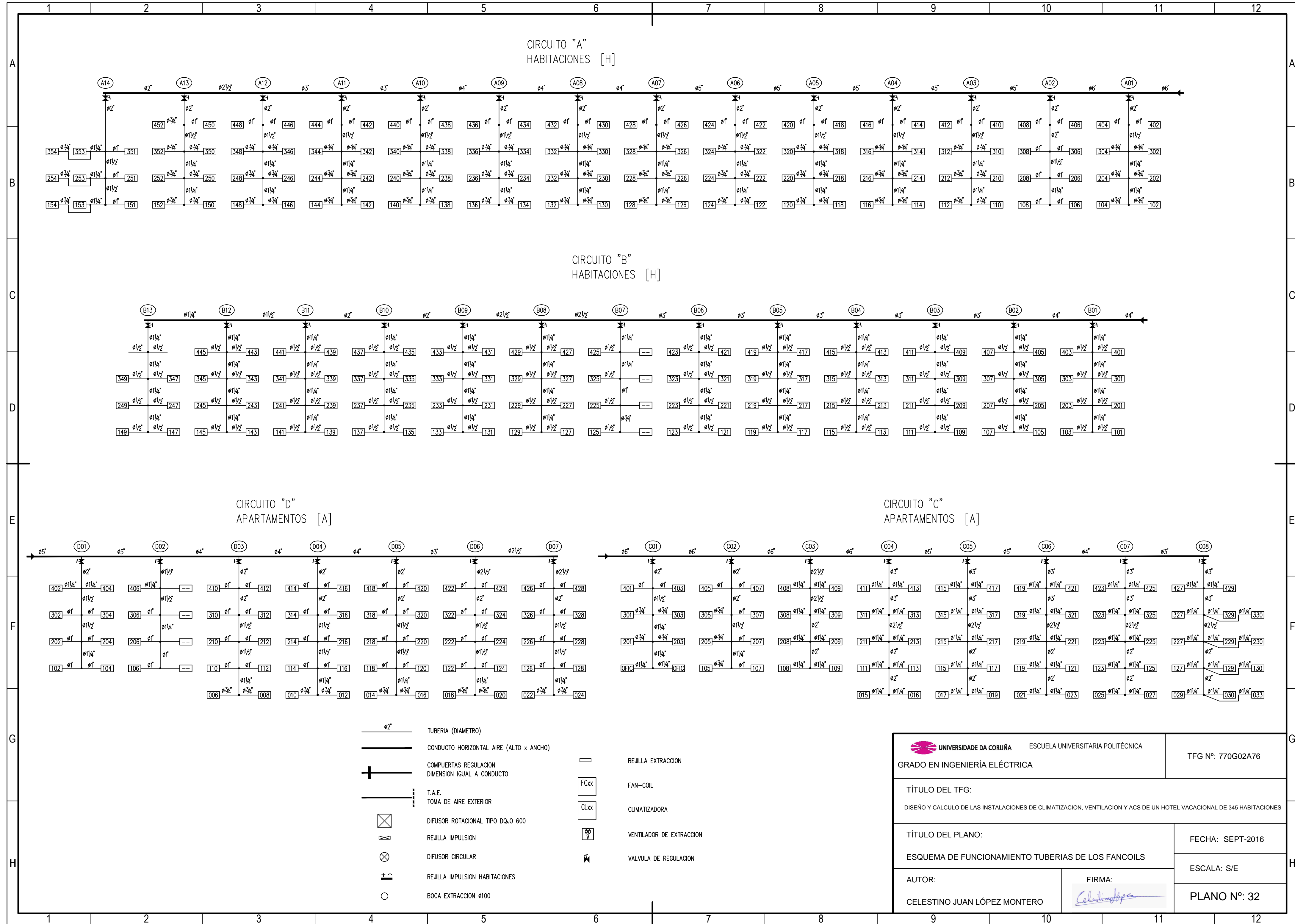


MODELOS DE FAN COIL					
PLANTA BAJA		PLANTA PRIMERA			
FC501	FCX A32	FC1	FP 26	FCP01	CWC 600-45
FC502	FCX A32	FC02	CWC 600-45	FCP02	CWC 600-45
FC503	FCX A62	FC03	CWC 600-45	FCP03	CWC 600-45
FC504	FCX A62	FC04	CWC 600-45	FCP04	CWC 600-45
FC505	FCX A62	FC05	CWC 600-45	FCP05	CWC 600-45
FC506	FCX A62	FC06	CWC 600-45		
FC507	FCX A62	FC07	CWC 600-45		
FC508	FCX A62	FC08	CWC 600-45		
FC509	FCX A62	FC09	CWC 600-45		
FC510	FCX A62	FC10	FP 20		
FC511	FCX A102	FC11	FP 20		
FC512	FCX A102	FC12	CWC 600-45		
FC513	FCX A62	FC13	CWC 600-45		
FC514	FCX A62				
FC515	FCX A62				
FC516	FCX A62				
FC517	FCX A62				
FC518	FCX A62				
FC519	FCX A62				
FC520	FCX A62				

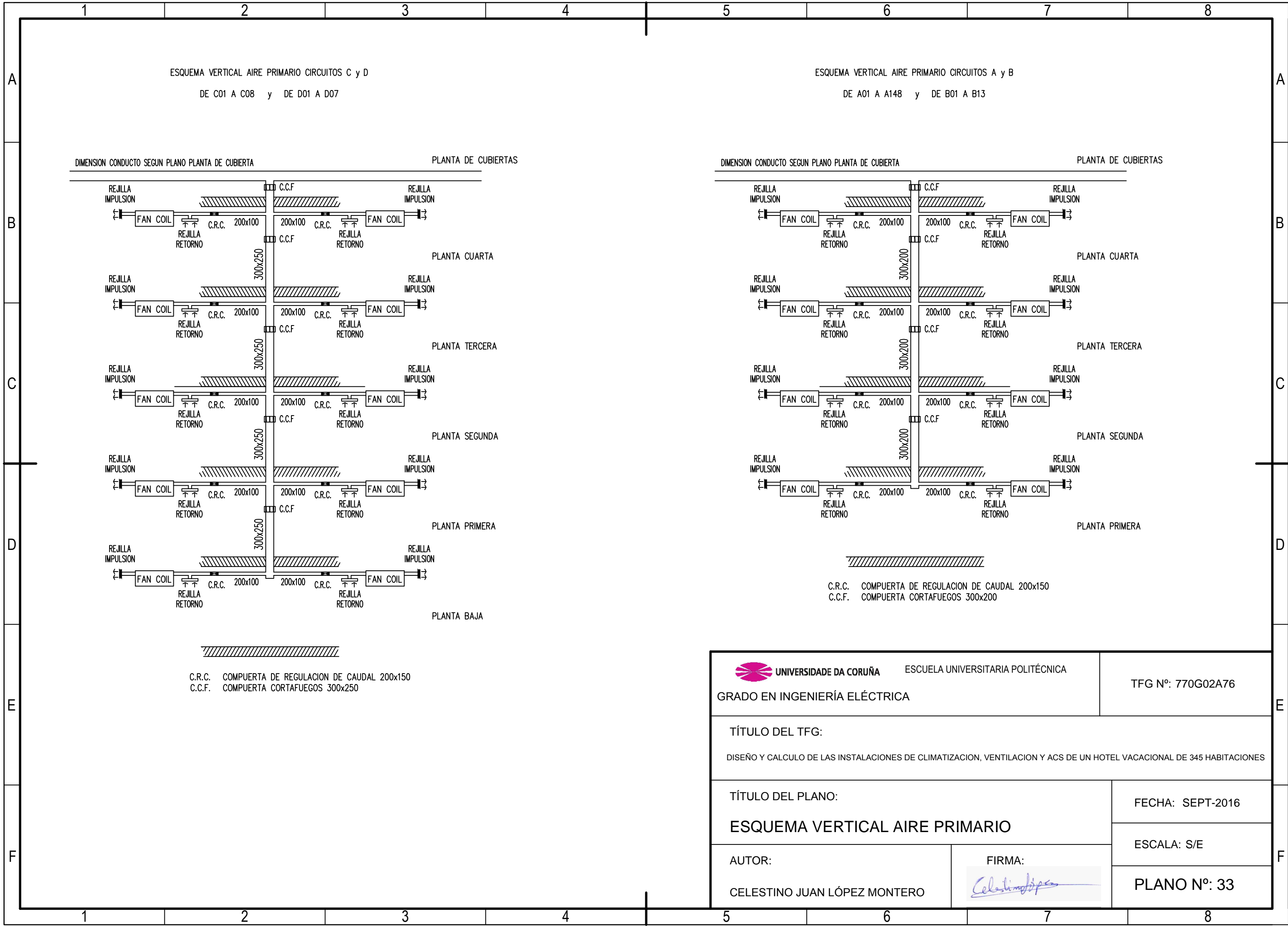












300x250

PLANTA BAJA

C.R.C. COMPUERTA DE REGULACION DE CAUDAL 200x150

C.C.F. COMPUERTA CORTAFUEGOS 300x250

12345678

A

B

C

D

E

F

ESQUEMA VERTICAL AIRE PRIMARIO CIRCUITOS A y B

DE A01 A A148 y DE B01 A B13

DIMENSION CONDUCTO SEGUN PLANO PLANTA DE CUBIERTA

PLANTA DE CUBIERTAS

REJILLA IMPULSION

FAN COIL

REJILLA RETORNO

C.R.C.

200x100

C.C.F.

200x100

C.R.C.

FAN COIL

REJILLA IMPULSION

300x200

PLANTA CUARTA

REJILLA IMPULSION

FAN COIL

REJILLA RETORNO

C.R.C.

200x100

C.C.F.

200x100

C.R.C.

FAN COIL

REJILLA IMPULSION

300x200

PLANTA TERCERA

REJILLA IMPULSION

FAN COIL

REJILLA RETORNO

C.R.C.

200x100

C.C.F.

200x100

C.R.C.

FAN COIL

REJILLA IMPULSION

300x200

PLANTA SEGUNDA

REJILLA IMPULSION

FAN COIL

REJILLA RETORNO

C.R.C.

200x100

C.C.F.

200x100

C.R.C.

FAN COIL

REJILLA IMPULSION

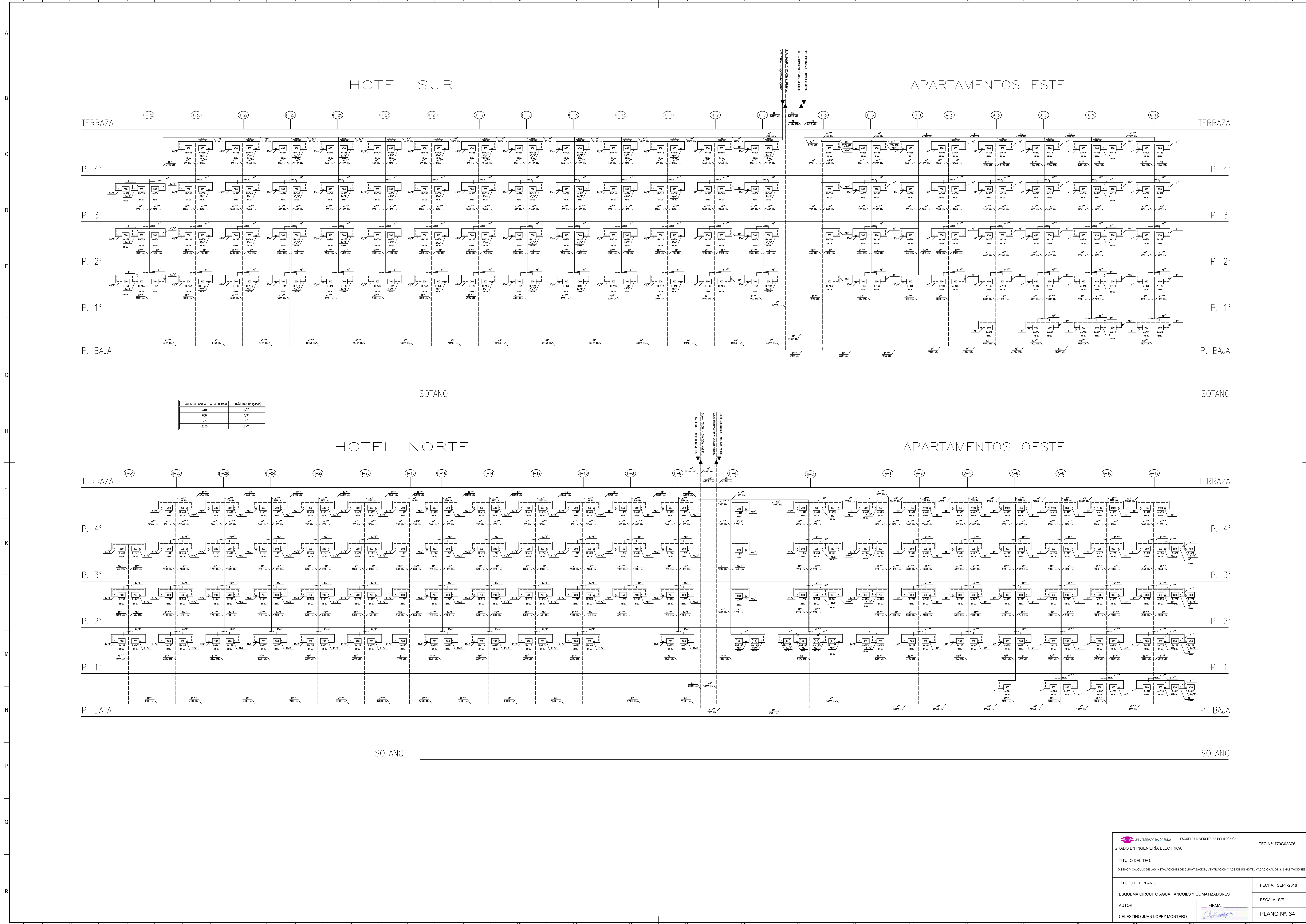
300x200

PLANTA PRIMERA

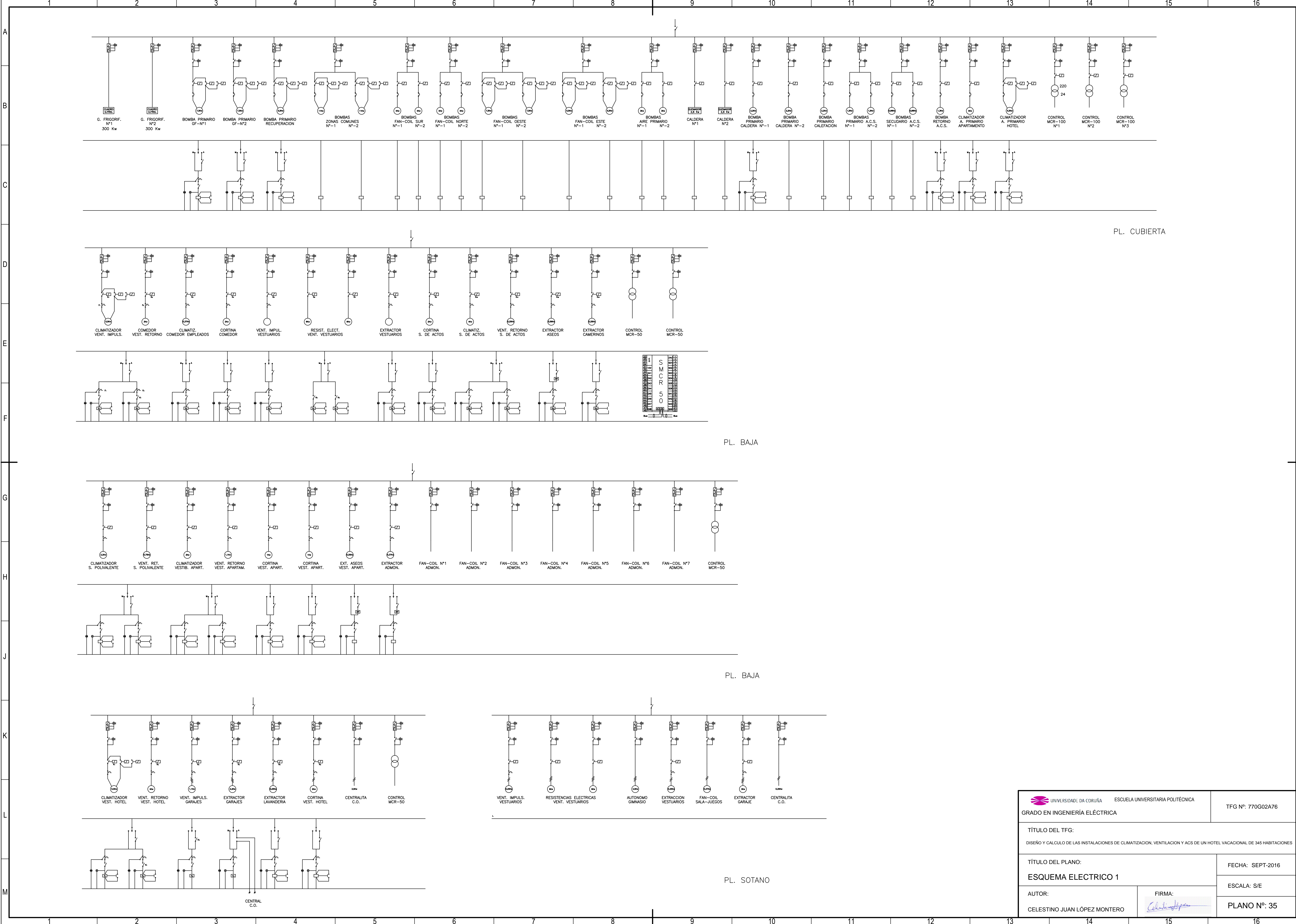
C.R.C. COMPUERTA DE REGULACION DE CAUDAL 200x150

C.C.F. COMPUERTA CORTAFUEGOS 300x200









UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A76
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA ELECTRICO 1		FECHA: SEPT-2016
AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO	FIRMA: 	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 35



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	TFG Nº: 770G02A76
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA			
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES			
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA ELECTRICO 2			FECHA: SEPT-2016
AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO		FIRMA: 	ESCALA: S/E
			PLANO Nº: 36

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

---

5.1. Disposiciones generales. ....	6
5.1.1. Naturaleza y objeto del pliego general.....	6
5.1.2. Documentación del contrato de obra.....	6
5.2. Condiciones facultativas.....	7
5.2.1. Delimitación general de funciones técnico. ....	7
5.2.1.1. El arquitecto director. ....	7
5.2.1.2. El Ingeniero o Ingeniero de grado.....	8
5.2.1.3. El coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. ....	8
5.2.1.4. El constructor. ....	9
5.2.1.5. El promotor - Coordinador de gremios.....	10
5.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista. ....	10
5.2.2.1. Verificación de los documentos del trabajo.....	10
5.2.2.2. Oficina en la obra. ....	11
5.2.2.3. Representación del contratista.....	11
5.2.2.4. Presencia del constructor en la obra.....	12
5.2.2.5. Trabajos no estipulados expresamente. ....	12
5.2.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del trabajo.....	12
5.2.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa. ....	13
5.2.2.8. Recusación por el contratista del personal nombrado por el arquitecto.....	13
5.2.2.9. Faltas del personal. ....	14
5.2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares.....	14
5.2.3.1. Caminos y accesos.....	14
5.2.3.2. Replanteo.....	14
5.2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos. ....	15
5.2.3.4. Orden de los trabajos.....	15
5.2.3.5. Facilidades para otros contratistas. ....	16
5.2.3.6. Ampliación del trabajo por causas imprevistas o de fuerza mayor. ....	16
5.2.3.7. Prórroga por causa de fuerza mayor. ....	16
5.2.3.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra. ....	17
5.2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos. ....	17
5.2.3.10. Obras ocultas. ....	17
5.2.3.11. Trabajos defectuosos.....	18
5.2.3.12. Vicios ocultos. ....	18
5.2.3.13. De los materiales y de los aparatos, su procedencia. ....	19



---

5.2.3.14. Presentación de muestras.....	19
5.2.3.15. Materiales no utilizables. ....	19
5.2.3.16. Materiales y aparatos defectuosos.....	20
5.2.3.17. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	20
5.2.3.18. Limpieza de las obras. ....	20
5.2.3.19. Obras sin prescripciones. ....	21
5.2.4. De l a s r e c e p c i o n e s d e edificios y o b r a s a n e j a s . ....	21
5.2.4.1. De las recepciones provisionales. ....	21
5.2.4.2. Documentación final de la obra. ....	22
5.2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra. ....	22
5.2.4.4. Plazo de garantía. ....	22
5.2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente. ....	23
5.2.4.6. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida. ....	23
5.3. Condiciones económicas. ....	23
5.3.1. Principio general. ....	23
5.3.2. Fianzas y garantías. ....	24
5.3.2.1. Fianza provisional.....	24
5.3.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza. ....	24
5.3.2.3. De su devolución en general.....	25
5.3.2.4. Devolución de la fianza o garantía en el caso de efectuarse recepciones parciales. .....	25
5.3.3. De los precios, composición de los precios unitarios. ....	25
5.3.3.1. Beneficio industrial. ....	26
5.3.3.2. Precio de ejecución material.....	26
5.3.3.3. Precio de contrata.....	27
5.3.3.4. Precios de contrata. Importe de contrata.....	27
5.3.3.5. Precios contradictorios.....	27
5.3.3.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios. ....	28
5.3.3.7. De la revisión de los precios contratados. ....	28
5.3.3.8. Acopio de materiales.....	28
5.3.4. Obras por administración.....	29
5.3.4.1. Administración. ....	29
5.3.4.2. Obra por administración directa. ....	29
5.3.4.3. Obras por administración delegada o indirecta.....	30
5.3.4.4. Liquidación de obras por administración.....	30
5.3.4.5. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada. ....	31

---

5.3.4.6. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.....	32
5.3.4.7. Responsabilidad del constructor por bajo rendimiento de los obreros. ....	32
5.3.4.8. Responsabilidades del constructor. ....	33
5.3.5. De la valoración y abono de los trabajo.....	33
5.3.5.1. Formas varias de abono de las obras.....	33
5.3.5.2. Relaciones valoradas y certificaciones.....	34
5.3.5.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas. ....	36
5.3.5.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	36
5.3.5.5. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados. ....	37
5.3.5.6. Pagos. ....	38
5.3.5.7. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía. ....	38
5.3.6. De las indemnizaciones mutuas. ....	39
5.3.6.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras. ....	39
5.3.6.2. Demora de los pagos.....	39
5.3.7. Varios. ....	40
5.3.7.1. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	40
5.3.7.2. Unidades de obra defectuosas pero aceptables. ....	40
5.3.7.3. Seguro de las obras. ....	41
5.3.7.4. Conservación de la obra.....	41
5.3.7.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor. ....	42
5.4. Condiciones técnicas particulares. ....	43
5.4.1. Condiciones generales. ....	43
5.4.1.1. Calidad de los materiales. ....	43
5.4.1.2. Pruebas y ensayos de materiales. ....	43
5.4.1.3. Materiales no consignados en trabajo.....	43
5.4.1.4. Condiciones generales de ejecución.....	44
5.4.2. Condiciones que han de cumplir los materiales. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra.....	44
5.4.2.1. Instalación de calefacción. ....	44
5.4.2.1.1. Descripción.....	44
5.4.2.1.2. Prescripciones sobre los productos. ....	45
5.4.2.1.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra. ....	47
5.4.2.1.4. Proceso de ejecución ....	48
5.4.2.1.5. Control de ejecución, ensayos y pruebas.....	51
5.4.2.2. Instalación de ventilación.....	54

---

5.4.2.2.1. Descripción .....	54
5.4.2.2.2. Prescripciones sobre los productos. ....	55
5.4.2.2.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra. ....	57
5.4.2.3. Instalación de fontanería. ....	61
5.4.2.3.1. Descripción.....	62
5.4.2.3.2. Prescripciones sobre los productos. ....	62
5.4.2.3.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra. ....	67
5.4.2.3.4. Control de ejecución, ensayos y pruebas.....	74
5.4.2.3.5. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado. ....	78
5.4.2.4. Instalación de energía solar. ....	79
5.4.2.4.1. Descripción.....	79
5.4.2.4.2. Prescripciones sobre los productos. ....	80
5.4.2.4.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra. ....	86
5.4.2.4.4. Control de ejecución, ensayos y pruebas.....	94
5.4.2.4.5. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado. ....	95
5.4.2.5. Precauciones a adoptar.....	96
5.4.3. Control de la obra. ....	96
5.5. Normativa técnica aplicable.....	97

## **5.1. Disposiciones generales.**

### **5.1.1. Naturaleza y objeto del pliego general.**

El presente Pliego de Condiciones particulares del Trabajo tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Arquitecto y al Ingeniero o Ingeniero de grado, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

### **5.1.2. Documentación del contrato de obra.**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1.º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- 2.º Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
- 3.º El presente Pliego de Condiciones particulares.
- 4.º El Pliego de Condiciones de la Dirección general de Arquitectura.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Trabajo como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

**5.2. Condiciones facultativas.****5.2.1. Delimitación general de funciones técnico.****5.2.1.1. El arquitecto director.**

Corresponde al Arquitecto Director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del trabajo que se precisen.
- c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del  
Ingeniero o Ingeniero de grado, el certificado final de la misma.

**5.2.1.2. El Ingeniero o Ingeniero de grado.**

Corresponde al Ingeniero o Ingeniero de grado:

- a) Redactar el documento de estudio y análisis del Trabajo con arreglo a lo previsto en el epígrafe 1.4. de R.D. 314/1979, de 19 de enero.
- b) Planificar, a la vista del trabajo arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- c) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Arquitecto y del Constructor.
- d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al trabajo, a las normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

**5.2.1.3. El coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.**

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor
- b) Tomas las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.



- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

#### **5.2.1.4. El constructor.**

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c) Suscribir con el Arquitecto y el Ingeniero o Ingeniero de grado, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero o Ingeniero de grado, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el trabajo, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.
- g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- h) Facilitar al Ingeniero o Ingeniero de grado, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- i) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- j) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.
- k) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

#### **5.2.1.5. El promotor - Coordinador de gremios.**

Corresponde al Promotor- Coordinador de Gremios:

Cuando el promotor, cuando en lugar de encomendar la ejecución de las obras a un contratista general, contrate directamente a varias empresas o trabajadores autónomos para la realización de determinados trabajos de la obra, asumirá las funciones definitivas para el constructor en el artículo 6.

#### **5.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.**

##### **5.2.2.1. Verificación de los documentos del trabajo.**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad

de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

#### **5.2.2.2. Oficina en la obra.**

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre con Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Trabajo de Ejecución.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 6 .

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

#### **5.2.2.3. Representación del contratista.**

El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competen a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 6.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al

Arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

#### **5.2.2.4. Presencia del constructor en la obra.**

El Constructor, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Arquitecto o al Ingeniero o Ingeniero de grado, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### **5.2.2.5. Trabajos no estipulados expresamente.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Trabajo, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reformado de trabajo con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

#### **5.2.2.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del trabajo.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones

correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con los detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Ingeniero o Ingeniero de grado, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

#### **5.2.2.7. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Arquitecto o

del Ingeniero o Ingeniero de grado, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### **5.2.2.8. Recusación por el contratista del personal nombrado por el arquitecto.**

El Constructor no podrá recusar a los Arquitectos, Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### **5.2.2.9. Faltas del personal.**

El Arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

#### **5.2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares.**

##### **5.2.3.1. Caminos y accesos.**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.

##### **5.2.3.2. Replanteo.**



El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero o Ingeniero de grado y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Arquitecto, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

#### **5.2.3.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.**

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el Promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Arquitecto y al Ingeniero o Ingeniero de grado y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

#### **5.2.3.4. Orden de los trabajos.**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

**5.2.3.5. Facilidades para otros contratistas.**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

**5.2.3.6. Ampliación del trabajo por causas imprevistas o de fuerza mayor.**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Trabajo, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Arquitecto en tanto se formula o se tramita el Trabajo Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

**5.2.3.7. Prórroga por causa de fuerza mayor.**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Arquitecto. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el

retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **5.2.3.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### **5.2.3.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Trabajo, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Arquitecto o el Ingeniero o Ingeniero de grado, o el coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 12.

#### **5.2.3.10. Obras ocultas.**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Arquitecto; otro, al Ingeniero; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

**5.2.3.11. Trabajos defectuosos.**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Trabajo, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero o Ingeniero de grado, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero o Ingeniero de grado advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Arquitecto de la obra, quien resolverá.

**5.2.3.12. Vicios ocultos.**

Si el Ingeniero o Ingeniero de grado tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

#### **5.2.3.13. De los materiales y de los aparatos, su procedencia.**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Trabajo preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero o Ingeniero de grado una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **5.2.3.14. Presentación de muestras.**

A petición del Arquitecto, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### **5.2.3.15. Materiales no utilizables.**

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Trabajo.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero o Ingeniero de grado, pero acordando

previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### **5.2.3.16. Materiales y aparatos defectuosos.**

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Arquitecto a instancias del Ingeniero o Ingeniero de grado, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Arquitecto, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### **5.2.3.17. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta del Constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### **5.2.3.18. Limpieza de las obras.**



Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

#### **5.2.3.19. Obras sin prescripciones.**

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el Trabajo, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Pliego General de la Dirección General de Arquitectura, o en su defecto, en lo dispuesto en las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), cuando estas sean aplicables.

### **5.2.4. De las recepciones de edificios y obras anejas.**

#### **5.2.4.1. De las recepciones provisionales.**

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Arquitecto al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor, del Arquitecto y del Ingeniero o Ingeniero de grado. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra. Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

#### **5.2.4.2. Documentación final de la obra.**

El Arquitecto Director facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

#### **5.2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.**

Recibidas las obras, se procederá inmediatamente por el arquitecto o Ingeniero de grado a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Arquitecto con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

#### **5.2.4.4. Plazo de garantía.**

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a un año.

Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

**5.2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

**5.2.4.6. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Arquitecto Director, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán con los trámites establecidos en el artículo 35.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Arquitecto Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

**5.3. Condiciones económicas.****5.3.1. Principio general.**

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

El Promotor, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### **5.3.2. Fianzas y garantías.**

El contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Trabajo.

#### **5.3.2.1. Fianza provisional.**

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

#### **5.3.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. el Arquitecto-Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el

caso de que el importe de la fianza o garantía no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### **5.3.2.3. De su devolución en general.**

La fianza o garantía retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.

#### **5.3.2.4. Devolución de la fianza o garantía en el caso de efectuarse recepciones parciales.**

Si el Promotor, con la conformidad del Arquitecto Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantía.

#### **5.3.3. De los precios, composición de los precios unitarios.**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

##### **Se considerarán costes directos:**

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención de protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

#### **Se considerarán costes indirectos**

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

#### **Se considerarán gastos generales**

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

##### **5.3.3.1. Beneficio industrial.**

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

##### **5.3.3.2. Precio de ejecución material.**

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más Costes Indirectos.



**5.3.3.3. Precio de contrata.**

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

**5.3.3.4. Precios de contrata. Importe de contrata.**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualesquiera se contratasen a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el contratista y el Promotor.

**5.3.3.5. Precios contradictorios.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Arquitecto decida introducir unidades nuevas o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Arquitecto y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del trabajo, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

**5.3.3.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y, en segundo lugar, al Pliego de Condiciones particulares, y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

**5.3.3.7. De la revisión de los precios contratados.**

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

**5.3.3.8. Acopio de materiales.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

#### **5.3.4. Obras por administración.**

##### **5.3.4.1. Administración.**

Se denominan "Obras por Administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por si mismo por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el artículo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

##### **5.3.4.2. Obra por administración directa.**

Se denominan 'Obras por Administración directa' aquellas en las que el Promotor por sí mismo o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Arquitecto-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

**5.3.4.3. Obras por administración delegada o indirecta.**

Se entiende por 'Obra por Administración delegada o indirecta' la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Arquitecto-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

**5.3.4.4. Liquidación de obras por administración.**

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero o Ingeniero de grado:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

#### **5.3.4.5. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada.**

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Promotor mensualmente según las

partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Ingeniero o Ingeniero de grado redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

#### **5.3.4.6. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.**

No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Arquitecto-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

#### **5.3.4.7. Responsabilidad del constructor por bajo rendimiento de los obreros.**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Arquitecto-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Arquitecto-Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del porcentaje indicado en el artículo 59 b, que por los conceptos antes expresados correspondería



abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

#### **5.3.4.8. Responsabilidades del constructor.**

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 61 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

#### **5.3.5. De la valoración y abono de los trabajo.**

##### **5.3.5.1. Formas varias de abono de las obras.**

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1.º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2.º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Prevía medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Trabajo, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3.º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Arquitecto-Director.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4.º Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.

5.º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

#### **5.3.5.2. Relaciones valoradas y certificaciones.**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal,

ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Arquitecto-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Arquitecto-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Arquitecto-Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Trabajo, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena

cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Arquitecto-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### **5.3.5.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas.**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Arquitecto-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Trabajo o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Arquitecto-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### **5.3.5.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.**

Salvo lo preceptuado en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Arquitecto-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de

Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

#### **5.3.5.5. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados.**

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor.

**5.3.5.6. Pagos.**

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Arquitecto-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

**5.3.5.7. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.**

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1.º Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Trabajo, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Arquitecto-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2.º Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3.º Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.



### **5.3.6. De las indemnizaciones mutuas.**

#### **5.3.6.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o a la retención.

#### **5.3.6.2. Demora de los pagos.**

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación. Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante, lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

**5.3.7. Varios.****5.3.7.1. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Arquitecto-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Trabajo a menos que el Arquitecto-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Arquitecto-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

**5.3.7.2. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Arquitecto-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

**5.3.7.3. Seguro de las obras.**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Arquitecto-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

**5.3.7.4. Conservación de la obra.**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado

por el Promotor, el Arquitecto-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Arquitecto-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

#### **5.3.7.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor.**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto

en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

#### **5.4. Condiciones técnicas particulares.**

##### **5.4.1. Condiciones generales.**

###### **5.4.1.1. Calidad de los materiales.**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto

1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

###### **5.4.1.2. Pruebas y ensayos de materiales.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

###### **5.4.1.3. Materiales no consignados en trabajo.**

Los materiales no consignados en trabajo que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### **5.4.1.4. Condiciones generales de ejecución.**

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente trabajo se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

#### **5.4.2. Condiciones que han de cumplir los materiales. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra.**

##### **5.4.2.1. Instalación de calefacción.**

##### **5.4.2.1.1. Descripción**

###### Descripción:

Instalación de calefacción que se emplea en edificios para modificar la temperatura de su interior, con la finalidad de conseguir el confort deseado.

###### Criterios de medición y valoración de unidades:

Las tuberías y conductos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.



El resto de componentes de la instalación como calderas, radiadores, termostatos, etc., se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

#### **5.4.2.1.2. Prescripciones sobre los productos.**

##### Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra:

La recepción de los productos, equipos y sistemas comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Aparatos insertables, incluidos los hogares abiertos, que utilizan combustibles sólidos.
- Estufas que utilizan combustibles sólidos.
- Calderas domésticas independientes que utilizan combustibles sólidos.
- Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a temperatura inferior a 120 °C.
- Radiadores y convectores.
- Bloque de generación formado por caldera, (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007) o bomba de calor.

Sistemas en función de parámetros como:

Demanda a combatir por el sistema (calefacción y agua caliente sanitaria).

Grado de centralización de la instalación (individual y colectiva).  
Sistemas de generación (caldera, bomba de calor y energía solar).

Tipo de producción de agua caliente sanitaria (con y sin acumulación). Según el fluido caloportador (sistema todo agua y sistema todo aire).

Equipos: Calderas.

Bomba de calor (aire-aire o aire-agua). Energía solar.

Otros.

- Bloque de transporte:

Red de transporte formada por tuberías o conductos de aire.  
(cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).

Canalizaciones de cobre calorifugado, acero calorifugado, etc.  
Piezas especiales y accesorios.

Bomba de circulación o ventilador.

- Bloque de control:

Elementos de control como termostatos, válvulas termostáticas, etc. (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).

Termostato situado en los locales.

Control centralizado por temperatura exterior. Control por válvulas termostáticas.

Otros.

- Bloque de consumo:

Unidades terminales como radiadores, convectores, etc.  
(cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).

Accesorios como rejillas o difusores.

- En algunos sistemas, la instalación contará con bloque de acumulación.

- Accesorios de la instalación (según el RITE):

Válvulas de compuerta, de esfera, de retención, de seguridad, etc.

Conductos de evacuación de humos (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007). Purgadores.

Vaso de expansión cerrado o abierto. Intercambiador de calor.

Grifo de macho. Aislantes térmicos.

#### **5.4.2.1.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.**

##### Características técnicas de cada unidad de obra.

- Condiciones previas: soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías se colocarán con tacos y tornillos sobre tabiques, con una separación máxima entre ellos de 2 m.

En el caso de instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado (suelo radiante) o suspendida del forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirá a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique. Tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando se trate de ladrillo macizo y de 1 canuto en caso de ladrillo hueco, siendo el ancho de la roza nunca mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores; si no es así, tendrán una longitud máxima de 1 m. Cuando se practiquen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y pre marcos será como mínimo de 20 cm.

Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros, cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica. Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico, y en ningún caso se soldarán al tubo.

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc. (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre, etc.).

Se evitarán las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado.

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.

Para la fijación de los tubos se evitará la utilización de acero/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero/yeso (incompatible).

El recorrido de las tuberías no deberá atravesar chimeneas ni conductos.

#### **5.4.2.1.4. Proceso de ejecución**

- Ejecución

El instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el trabajo, y en caso contrario se redefinirá según el criterio y bajo la supervisión de la dirección facultativa. Se procederá al marcado por instalador autorizado de todos los componentes de la instalación en presencia de esta, procediendo a la colocación de la caldera, bombas y vaso de expansión cerrado.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos y encuentros. Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre los tubos de la instalación de calefacción y tuberías vecinas. Se deberá evitar la proximidad con cualquier conducto eléctrico.

Antes de su instalación, las tuberías deberán reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

Las calderas y bombas de calor se colocarán en bancada o paramento según recomendaciones del fabricante, quedando fijadas sólidamente. Las conexiones roscadas o embridadas irán selladas con cinta o junta de estanquidad de manera que los tubos no produzcan esfuerzos en las conexiones con la caldera. Alrededor de la caldera se dejarán espacios libres para facilitar labores de limpieza y mantenimiento. Se conectará al conducto de evacuación de humos y a la canalización del vaso de expansión si este es abierto.

Los conductos de evacuación de humos se instalarán con módulos rectos de cilindros concéntricos con aislamiento intermedio, conectados entre sí con bridas de unión normalizadas.

Se montarán y fijarán las tuberías y conductos ya sean vistas o empotradas en rozas que posteriormente se rellenarán con pasta de yeso. Las tuberías y conductos serán como mínimo del mismo diámetro que las bocas que les correspondan, y en el caso de circuitos hidráulicos se realizarán sus uniones con acoplamientos elásticos. Cada vez que se interrumpa el montaje se taparán los extremos abiertos.

Las tuberías y conductos se ejecutarán siguiendo líneas paralelas y a escuadra con elementos estructurales y con tres ejes perpendiculares entre sí, buscando un aspecto limpio y ordenado. Se colocarán de forma que dejen un espacio mínimo de 3 cm para la posterior colocación del aislamiento térmico y de forma que permitan manipularse y sustituirse sin desmontar el resto. En caso de conductos para gases con condensados, tendrán una pendiente de 0,5% para evacuar los mismos.

Las uniones, cambios de dirección y salidas se podrán hacer mediante accesorios soldados o roscados, asegurando la estanquidad de las uniones mediante pintura de las roscas con minio o empleando estopas, pastas o cintas. Si no se especifica, las reducciones de diámetro serán excéntricas y se colocarán enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.

Las unidades terminales de consumo (radiadores, convectores, etc.), se fijarán sólidamente al paramento y se nivelarán, con todos sus elementos de control, maniobra, conexión, visibles y accesibles.

Se realizará la conexión de todos los elementos de la red de distribución de agua o aire, de la red de distribución de combustible, y de la red de evacuación de humos, así como el montaje de todos los elementos de control y demás accesorios.



En el caso de instalación de calefacción por suelo radiante, se extenderán las tuberías por debajo del pavimento en forma de serpentín o caracol, siendo el paso entre tubos no superior a 20 cm. El corte de tubos para su unión o conexión se realizará perpendicular al eje y eliminando rebabas. En caso de accesorios de compresión se achaflanará la arista exterior. La distribución de agua se realizará a una temperatura de 40 a 50 °C, alcanzando el suelo una temperatura media de 25-28 °C, nunca mayor de 29 °C.

- Condiciones de terminación.

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deberán ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, eliminando polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Finalmente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En caso de A.C.S. se medirá el PH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5. (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).

En caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista. (cumpliendo lo establecido en el R I T E 2007).

#### **5.4.2.1.5. Control de ejecución, ensayos y pruebas.**

##### Control de ejecución.

- Calderas:

Instalación de la caldera. Uniones, fijaciones, conexiones y comprobación de la existencia de todos los accesorios de la misma.

- Canalizaciones, colocación:

Diámetro distinto del especificado.

Puntos de fijación con tramos menores de 2 m.

Buscar que los elementos de fijación no estén en contacto directo con el tubo, que no existan tramos de más de 30 m sin lira, y que sus dimensiones correspondan con las especificaciones de trabajo. Comprobar que las uniones tienen minio o elementos de estanquidad.

- En el calorifugado de las tuberías: Existencia de pintura protectora.

Espesor de la coquilla se corresponde al del trabajo.

Distancia entre tubos y entre tubos y paramento es superior a 2 cm.

- Colocación de manguitos pasamuros:

Existencia del mismo y del relleno de masilla. Holgura superior a 1 cm.

- Colocación del vaso de expansión:

Fijación. Uniones roscadas con minio o elemento de estanquidad.

- Situación y colocación de la válvula de seguridad, grifo de macho, equipo de regulación exterior y ambiental, etc. Uniones roscadas o embridadas con elementos de estanquidad.

- Situación y colocación del radiador. Fijación al suelo o al paramento.

Uniones. Existencia de purgador.

### Ensayos y pruebas.

Prueba hidrostática de las redes de tuberías (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007): una vez lleno el circuito de agua, purgado y aislado el vaso de expansión, la bomba y la válvula de seguridad, se someterá antes de instalar los radiadores, a una presión de vez y media la de su servicio, siendo siempre como mínimo de 6 bar, y se comprobará la aparición de fugas. Se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones, y finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen. Posteriormente se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

Pruebas de redes de conductos (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007): se realizará taponando los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Pruebas de libre dilatación (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007): las instalaciones equipadas con calderas, se elevarán a la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Eficiencia térmica y funcionamiento (cumpliendo lo establecido en el RITE 2007): se medirá la temperatura en locales similares en planta inferior, intermedia y superior, debiendo ser igual a la estipulada en el trabajo, con una variación admisible de  $\pm 2$  °C. El termómetro para medir la temperatura se colocará en un soporte en el centro del local a una altura del suelo de 1,50 m y permanecerá como mínimo 10 minutos antes de su lectura. La lectura se hará entre tres y cuatro horas después del encendido de la caldera. En locales donde entre la radiación solar, la lectura se hará dos horas después de que deje de entrar. Cuando haya equipo de regulación, esté se

desconectará. Se comprobará simultáneamente el funcionamiento de las llaves y accesorios de la instalación.

#### Conservación y mantenimiento.

Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad. Se protegerán convenientemente las roscas.

### **5.4.2.2. Instalación de ventilación.**

#### **5.4.2.2.1. Descripción**

##### Descripción.

Instalación para la renovación de aire de los diferentes locales de edificación de acuerdo con el ámbito de aplicación del CTE DB HS 3 y del RITE 2007.

Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

La evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

##### Criterios de medición y valoración de unidades.

Los conductos de la instalación se medirán y valorarán por metro lineal, a excepción de los formados por piezas prefabricadas que se medirán por unidad, incluida la parte proporcional de piezas especiales, rejillas y capa de aislamiento a nivel de forjado, medida la longitud desde el arranque del conducto hasta la parte inferior del aspirador estático.

El aislamiento térmico se medirá y valorará por metro cuadrado.

El resto de elementos de la instalación de ventilación se medirán y valorarán por unidad, totalmente colocados y conectados.

#### **5.4.2.2.2. Prescripciones sobre los productos.**

##### Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Conductos (colector general y conductos individuales):  
fibrocemento, etc.  
Elementos prefabricados, de fibrocemento, metálicas (conductos flexibles de aluminio y poliéster, de chapa galvanizada, etc.), de plástico (P.V.C.), etc.
- Rejillas: tipo. Dimensiones.
- Equipos de ventilación: extractores, ventiladores centrífugos, etc.
- Aspiradores estáticos: de hormigón, cerámicos, fibrocemento o plásticos.

Tipos. Características. Certificado de funcionamiento.

- Sistemas para el control de humos y de calor: cortinas de humo, aireadores de extracción natural de extracción de humos y calor, aireadores extractores de humos y calor mecánicos; sistemas de presión diferencial (equipos) y suministro de energía.
- Alarmas de humo autónomas.
- Chimeneas: conductos, componentes, paredes exteriores, terminales, etc.
- Aislante térmico. Tipo. Espesor.

Según el CTE DB HS 3, apartado 3.2 los productos tendrán las siguientes características:

Conductos de admisión: los conductos tendrán sección uniforme y carecerán de obstáculos en todo su recorrido. Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

Según el CTE DB HS 3, apartado 3.2.4, los conductos de extracción para ventilación mecánica cumplirán:

Cada conducto de extracción, salvo los de la ventilación específica de las cocinas, deberá disponer en la boca de expulsión de un aspirador mecánico, pudiendo varios conductos de extracción compartir un mismo aspirador mecánico.

Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque de los tramos verticales.



Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deberán aislarse térmicamente de tal forma que se evite la producción de condensación. Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deberán cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 del DB SI 1.

Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

#### **5.4.2.2.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.**

##### Características técnicas de cada unidad de obra.

- Condiciones previas: soporte.

El soporte de la instalación de ventilación serán los forjados, sobre los que arrancará el elemento columna hasta el final del conducto, y donde se habrán dejado previstos los huecos de paso con una holgura para poder colocar alrededor del conducto un aislamiento térmico de espesor mínimo de 2 cm, y conseguir que el paso a través del mismo no sea una unión rígida.

Cada tramo entre forjados se apoyará en el forjado inferior.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Proceso de ejecución.**- Ejecución:**

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.1 Aberturas:

Cuando las aberturas se dispongan directamente en el muro deberá colocarse un pasamuros cuya sección interior tenga las dimensiones mínimas de ventilación previstas y se sellarán los extremos en su encuentro con el muro. Los elementos de protección de las aberturas deberán colocarse de tal modo que no se permita la entrada de agua desde el exterior.

Cuando los elementos de protección de las aberturas de extracción dispongan de lamas, éstas deberán colocarse inclinadas en la dirección de la circulación del aire.

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.2 Conductos de extracción:

Deberá preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de forma que se ejecuten aquellos elementos necesarios para ello tales como brochales y zunchos. Los huecos de paso de los forjados deberán proporcionar una holgura perimétrica de 2 cm que se rellenará con aislante térmico.

El tramo de conducto correspondiente a cada planta deberá apoyarse sobre el forjado inferior de la misma.

En caso de conductos de extracción para ventilación híbrida, las piezas deberán colocarse cuidando el aplomado, admitiéndose una desviación de la vertical de hasta 15° con transiciones suaves.

Cuando las piezas sean de hormigón en masa o de arcilla cocida, se recibirán con mortero de cemento tipo M-5a (1:6), evitando la caída de restos de mortero al interior del conducto y enrasando la junta por ambos lados. Cuando sean de otro material, se realizarán las uniones previstas en el sistema, cuidando la estanquidad de sus juntas.

Las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción se taparán para evitar la entrada de escombros u otros objetos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.

Cuando el conducto para la ventilación específica adicional de las cocinas sea colectivo, cada extractor deberá conectarse al mismo mediante un ramal que desembocará en el conducto de extracción inmediatamente por debajo del ramal siguiente.

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.3 Sistemas de ventilación mecánicos:

Los aspiradores mecánicos y los aspiradores híbridos deberán disponerse en un lugar accesible para realizar su limpieza.

Previo a los extractores de las cocinas se colocará un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando debe reemplazarse o limpiarse dicho filtro.

Se dispondrá un sistema automático que actúe de forma que todos los aspiradores híbridos y mecánicos de cada vivienda funcionen simultáneamente o bien adoptar cualquier otra solución que impida la inversión del desplazamiento del aire en todos los puntos.

El aspirador híbrido o el aspirador mecánico, en su caso, deberá colocarse aplomado y sujeto al conducto de extracción o a su revestimiento.

El sistema de ventilación mecánica deberá colocarse sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios.

Los empalmes y conexiones serán estancos y estarán protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos.

- Condiciones de terminación.

Se revisará que las juntas entre las diferentes piezas están llenas y sin rebabas, en caso contrario se rellenarán o limpiarán.

#### **5.4.2.2.4. Control de ejecución, ensayos y pruebas.**

##### Control de ejecución.

- Conducciones verticales:

Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas.

Apломado: comprobación de la verticalidad.

Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo. Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.

Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos. Fijación. Arriostramiento, en su caso.

- Conexiones individuales:

Derivaciones: correcta conexión con pieza especial de derivación. Correcta colocación de la rejilla.

- Aberturas y bocas de ventilación:

Ancho del retranqueo (en caso de estar colocadas en éste).

Aberturas de ventilación en contacto con el exterior: disposición para evitar la entrada de agua.

Bocas de expulsión. Situación respecto de cualquier elemento de entrada de aire de ventilación, del linde de la parcela y de cualquier punto donde pueda haber personas de forma habitual que se encuentren a menos de 10 m de distancia de la boca.

- Bocas de expulsión: disposición de malla antipájaros.
- Ventilación híbrida: altura de la boca de expulsión en la cubierta del edificio.
- Medios de ventilación híbrida y mecánica: Conductos de admisión. Longitud. Disposición de las aberturas de admisión y de extracción en las zonas comunes.
- Medios de ventilación natural:
  - Aberturas mixtas en la zona común de trasteros: disposición.
  - Número de aberturas de paso en la partición entre trastero y zona común.
  - Aberturas de admisión y extracción de trasteros: comunicación con el exterior y separación vertical entre ellas.
  - Aberturas mixtas en almacenes: disposición. Aireadores: distancia del suelo.
  - Aberturas de extracción: conexión al conducto de extracción. Distancia a techo. Distancia a rincón o esquina.

#### Ensayos y pruebas.

Prueba de funcionamiento: por conducto vertical, comprobación del caudal extraído en la primera y última conexión individual.

#### **5.4.2.3. Instalación de fontanería.**

**5.4.2.3.1. Descripción.**Descripción.

Instalación de agua fría y caliente en red de suministro y distribución interior de los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE, desde la toma de la red interior hasta las griferías, ambos inclusive.

Criterios de medición y valoración de unidades.

Las tuberías y aislamientos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorio, etc., todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soporte, etc. para tuberías, y la protección cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación se medirán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

**5.4.2.3.2. Prescripciones sobre los productos.**

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

Productos constituyentes: llaves de paso, tubos, válvulas anti retorno, filtro, armario o arqueta del contador general, marco y tapa, contador general, depósito auxiliar de alimentación, grupo de presión, depósitos de presión, local de uso exclusivo para bombas, válvulas limitadoras de presión, sistemas de tratamiento de agua, batería de contadores, contadores divisionarios, colectores de impulsión y retorno, bombas de recirculación, aislantes térmicos, etc.



- Red de agua fría.

Filtro de la instalación general: el filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50  $\mu\text{m}$ , con malla de acero inoxidable y baño de plata, y autolimpiable.

Sistemas de control y regulación de la presión:

Grupos de presión. Deben diseñarse para que pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo.

Las bombas del equipo de bombeo serán de iguales prestaciones.

Deposito de presión: estará dotado de un presostato con manómetro.

Sistemas de tratamiento de agua.

Los materiales utilizados en la fabricación de los equipos de tratamiento de agua deben tener las características adecuadas en cuanto a resistencia mecánica, química y microbiológica para cumplir con los requerimientos inherentes tanto al agua como al proceso de tratamiento.

Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

- Instalaciones de agua caliente sanitaria.

Distribución (impulsión y retorno).

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, deberá ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias IT.

- Tubos: material. Diámetro nominal, espesor nominal y presión nominal. Serie o tipo de tubo y tipo de rosca o unión. Marca del fabricante y año de fabricación. Norma UNE a la que responde. Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo. Se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

Tubos de acero galvanizado, según Norma UNE 19 047:1996

Tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996

Tubos de acero inoxidable, según Norma UNE 19 049-1:1997

Tubos de fundición dúctil, según Norma UNE EN 545:1995

Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE EN 1452:2000

Tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE EN ISO 15877:2004

Tubos de polietileno (PE), según Normas UNE EN 12201:2003

Tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004

Tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE EN ISO 15876:2004

Tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE EN ISO 15874:2004

Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura

(PE-RT), según Norma UNE 53 960 EX:2002;

Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según

Norma UNE 53 961 EX:2002.

- Griferías: materiales. Defectos superficiales. Marca del fabricante o del importador sobre el cuerpo o sobre el órgano de maniobra. Grupo acústico y clase de caudal.

- Accesorios.

Grapa o abrazadera: será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Sistemas de contabilización de agua fría: los contadores de agua deberán fabricarse con materiales que posean resistencia y estabilidad adecuada al uso al que se destinan, también deberán resistir las corrosiones.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán las condiciones y requisitos expuestos a continuación:

- No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.

- Deben ser resistentes a la corrosión interior.

- Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.

- Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas

- exteriores de su entorno inmediato.

- Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.

- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

Uniones de tubos: de acero galvanizado o zincado, las roscas de los tubos serán del tipo cónico.

- El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.
- El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación. Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.
- El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el trabajo y las normas UNE que sea de aplicación de acuerdo con el CTE.

Se verificará el marcado CE para los productos siguientes:

Tubos y racores de acero para el transporte de líquidos acuosos, incluido el agua destinada al consumo humano .

Juntas para la conexión de tubos de acero y racores para el transporte de líquidos acuosos .

Tubos y racores de acero inoxidable para el transporte de líquidos acuosos . Tubos redondos de cobre .

Las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas. Asimismo serán rechazados aquellos productos que no cumplan las características técnicas mínimas que deban reunir.

#### **5.4.2.3.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.**

##### Características técnicas de cada unidad de obra.

- Condiciones previas: soporte.

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá disponerse vista, registrable o estar empotrada.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, discurrirán por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

Revisión de documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Según el CTE DB HS 4, apartado 6.3.2.1, se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua. No se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos anti electrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado. Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.1, las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no



dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente.

Si las tuberías y accesorios están concebidos como partes de un mismo sistema de instalación, éstos no se mezclarán con los de otros sistemas.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministre no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Cuando los tubos discurren enterrados o empotrados los revestimientos que tendrán serán según el material de los mismos, serán:

Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.

Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.

Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura

#### Proceso de ejecución.

##### - Ejecución.

Ejecución redes de tuberías, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.1:

Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado. El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección.

##### Uniones y juntas:

Las uniones de los tubos serán estancas, según el CTE DB HS 4, apartado

5.1.1.2. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción. Son admisibles las soldaduras fuertes. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

##### Protecciones:

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.2, tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador

de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera anti vapor.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.3, cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.4, cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasa tubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm. Cuando la red de tuberías atraviere, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.5, a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles, que actúen de protección contra el ruido.

Grapas y abrazaderas, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.4.1: la colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

Soportes, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.4.2, se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución.

Alojamiento del contador general, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.2.1: la cámara o arqueta de alojamiento del contador general estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice “in situ”, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Las cámaras o arquetas estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara.

Contadores divisionarios aislados, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.2.2: se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos para el contador general en cuanto a sus condiciones de ejecución.

HS 4, apartado 5.1.3.1.1: habrá de ser fácilmente accesible así como fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación. Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con sifón para el rebosado.

Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero. Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito, de uno o

varios dispositivos de cierre. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores. La centralita dispondrá de un hidronivel. Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Asimismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

Bombas para grupo de sobre elevación, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.2: se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia del conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán interpuestos elementos anti vibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico. Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba. Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

Depósito de presión, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.3: estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. El depósito de presión dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito. Si se instalaran varios depósitos de presión, estos pueden disponerse tanto en

línea como en derivación. Funcionamiento alternativo de grupo de presión convencional, según el CTE DB HS

4, apartado 5.1.3.2: se preverá una derivación alternativa (by-pass) para el funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional. Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual. Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición. Sólo se instalarán aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.

- Condiciones de terminación.

La instalación se entregará terminada, conectada y comprobada.

#### **5.4.2.3.4. Control de ejecución, ensayos y pruebas.**

##### Control de ejecución.

- Instalación general del edificio.

Acometida: tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado. Llave de registro (exterior al edificio). Llave de paso, alojada en cámara impermeabilizada en el interior del edificio.

Contador general: situación del armario o cámara; colocación del contador, llaves y grifos; diámetro y recibido del manguito pasamuros.



Llave general: diámetro y recibido del manguito pasamuros; colocación de la llave.

Tubo de alimentación y grupo de presión: diámetro; a ser posible aéreo.

Grupo de presión: marca y modelo especificado

Depósito hidroneumático: homologado por el Ministerio de Industria.

Equipo de bombeo: marca, modelo, caudal, presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

Batería de contadores divisionarios: local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico. Colocación del contador y llave de paso. Separación de otras centralizaciones de contadores (gas, electricidad...) Fijación del soporte; colocación de contadores y llaves.

- Instalación particular del edificio.

Montantes:

Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.

En caso de instalación de antiarrietes, colocación en extremos de montantes y con llave de corte.

Diámetro y material especificados (montantes). Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente. Posición paralela o normal a los elementos estructurales.

Comprobación de las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

Derivación particular:

Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo. Llaves de paso en locales húmedos.

Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm.  
Diámetros y materiales especificados.

Tuberías de PVC, condiciones especiales para no impedir la dilatación. Tuberías de acero galvanizado empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.

mediante manguitos de latón. Protección, en el caso de ir empotradas.  
Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

#### Grifería:

Verificación con especificaciones de trabajo. Colocación correcta con junta de aprieto.

Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente:  
Cumple las especificaciones de trabajo.

Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso.

Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.

En cuartos de baño, se respetan los volúmenes de prohibición y protección. Disposición de llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos.

#### Ensayos y pruebas.

##### - Pruebas de las instalaciones interiores.

Prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Una vez realizada la prueba anterior a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

En caso de instalaciones de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.

Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad.

Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.

Serán motivo de rechazo las siguientes condiciones: Medidas no se ajustan a lo especificado. Colocación y uniones defectuosas.

Estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, se rechazará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.

Funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, se rechazará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en: estanquidad del conjunto completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

- Conservación y mantenimiento.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante un año deben ser taponadas.

Se procederá a la limpieza de filtros de grifos y de cualquier otro elemento que pueda resultar obstruido antes de la entrega de la obra.

Sistemas de tratamiento de agua.

Los productos químicos utilizados en el proceso deben almacenarse en condiciones de seguridad en función de su naturaleza y su forma de utilización. La entrada al local destinado a su almacenamiento debe estar dotada de un sistema para que el acceso sea restringido a las personas autorizadas para su manipulación.

#### **5.4.2.3.5. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.**

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio.

- Instalación general del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones: Prueba de presión

Prueba de estanquidad

Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos.

Nivel de agua/ aire en el depósito.

Lectura de presiones y verificaciones de caudales. Comprobación del funcionamiento de válvulas.

- Instalaciones particulares.

Prueba hidráulica de las conducciones: Prueba de presión

Prueba de estanquidad

Prueba de funcionamiento: simultaneidad de consumo. Caudal en el punto más alejado.

#### **5.4.2.4. Instalación de energía solar.**

##### **5.4.2.4.1. Descripción.**

###### Descripción.

Sistemas solares de calentamiento prefabricados: son lotes de productos con una marca registrada, equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. A su vez pueden ser: sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria; sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria; sistemas con captador-depósito integrados para agua caliente sanitaria.

Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos: son sistemas contruidos de forma única o montándolos a partir de una lista de componentes.

Según la aplicación de la instalación, esta puede ser de diversos tipos: para calentamiento de aguas, para usos industriales, para calefacción, para refrigeración, para climatización de piscinas, etc.

###### Criterios de medición y valoración de unidades.

Unidad de equipo completamente recibida y/o terminada en cada caso; todos los elementos específicos de las instalaciones, como captadores, acumuladores, intercambiadores, bombas, válvulas, vasos de expansión, purgadores, contadores

El resto de elementos necesarios para completar dicha instalación, ya sea instalaciones eléctricas o de fontanería se medirán y valorarán siguiendo las recomendaciones establecidas en los capítulos correspondientes de las instalaciones de electricidad y fontanería.

Los elementos que no se encuentren contemplados en cualquiera de los dos casos anteriores se medirán y valorarán por unidad de obra proyectada realmente ejecutada.

#### **5.4.2.4.2. Prescripciones sobre los productos.**

##### Características de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

La recepción de los productos, equipos y sistemas comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Sistemas solares a medida:
- Sistema de captación: captadores solares.

Cumplirá lo especificado en los apartados 3.3.2.1 y 3.4.1 del CTE DB HE 4. Los captadores solares llevarán preferentemente un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm.

Si se usan captadores con absorbedores de aluminio, se usarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

- Sistema de acumulación solar: cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.2.

Los acumuladores pueden ser: de acero vitrificado (inferior a 1000 l), de acero con tratamiento epoxídico, de acero inoxidable, de cobre, etc. Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento y bocas, soldados antes del tratamiento de protección. Preferentemente los acumuladores serán de configuración vertical.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico. Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 70 °C para prevenir la legionelosis. El aislamiento de acumuladores de superficie inferior a

2 m<sup>2</sup> tendrá un espesor mínimo de 3 cm, para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 5 cm. La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un trabajo firmado por un técnico competente.

- Sistema de intercambio: cumplirá lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado

#### 3.4.3.

Los intercambiadores para agua caliente sanitaria serán de acero inoxidable o de cobre. El intercambiador podrá ser de tipo sumergido (de serpentín o de haz tubular) o de doble envolvente. Deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación. Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada. El espesor del aislamiento del cambiador de calor será mayor o igual a 2 cm.

- Circuito hidráulico: constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. En cualquier caso, los materiales cumplirán lo especificado en



la norma ISO/TR 10217. Según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.4, el circuito hidráulico cumplirá las condiciones de resistencia a presión establecidas.

Tuberías. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.5. En sistemas directos se usará cobre o acero inoxidable en el circuito primario, admitiendo de material plástico acreditado apto para esta aplicación. El material de que se constituyan las señales será resistente a las condiciones ambientales y funcionales del entorno en que estén instaladas, y la superficie de la señal no favorecerá el depósito de polvo sobre ella. En el circuito secundario (de agua caliente sanitaria) podrá usarse cobre, acero inoxidable y también materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito. Las tuberías de cobre serán de tubos estirados en frío y uniones por capilaridad. Para el calentamiento

de piscinas se recomienda que las tuberías sean de PVC y de gran diámetro. En ningún caso el diámetro de las tuberías será inferior a DIN15. El diseño y los materiales deberán ser tales que no permitan la formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos.

Bomba de circulación. Cumplirá lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado

3.4.4I. Podrán ser en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. En circuitos de agua caliente sanitaria, los materiales serán resistentes a la corrosión.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas, resistentes a la presión máxima del circuito.

Purga de aire. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.8. Son botellones de desaireación y purgador manual o automático. Los purgadores automáticos tendrán el cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón, el mecanismo, flotador y asiento de acero inoxidable y el

obturador de goma sintética. Asimismo, resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

Vasos de expansión. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado

3.4.7. Pueden ser abiertos o cerrados. El material y tratamiento del vaso será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo. Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados en todas sus juntas, y reforzados. Tendrán una salida de rebosamiento. En caso de vasos de expansión cerrados, no se aislará térmicamente la tubería de conexión.

- Válvulas: cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.6. Podrán ser válvulas de esfera, de asiento, de resorte, etc. Según CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.5, para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas antirretorno.
- Sistema de drenaje: se evitará su congelación, dentro de lo posible.
- Material aislante: fibra de vidrio, pinturas asfálticas, chapa de aluminio, etc.
- Sistema de energía auxiliar: para complementar la contribución solar con la energía necesaria para cubrir la demanda prevista en caso de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.
- Sistema eléctrico y de control: cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y con lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.10.
- Fluido de trabajo o portador: según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.1, podrá utilizarse agua desmineralizada o con aditivos, según las condiciones

climatológicas. pH a 20 °C entre 5 y 9. El contenido en sales se ajustará a lo especificado en el CTE.

- Sistema de protección contra heladas según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.2.
- Dispositivos de protección contra sobrecalentamientos según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.3.1.
- Productos auxiliares: líquido anticongelante, pintura antioxidante, etc.
- Sistemas solares prefabricados:
  - Equipos completos y listos para instalar, bajo un solo nombre comercial.
  - Pueden ser compactos o partidos.

Los materiales de la instalación soportarán la máxima temperatura y presiones que puedan alcanzarse.

En general, se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el trabajo:

Sistema solares prefabricados: el fabricante o distribuidor oficial deberá suministrar instrucciones para el montaje y la instalación, e instrucciones de operación para el usuario.

Sistemas solares a medida: deberá estar disponible la documentación técnica completa del sistema, instrucciones de montaje, funcionamiento y mantenimiento, así como recomendaciones de servicio.

Asimismo, se realizará el control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.

- Sistema de captación:

El captador deberá poseer la certificación emitida por organismo competente o por un laboratorio de ensayos (según RD 891/1980 y la Orden de 28 julio de 1980).

Norma a la que se acoge o según la cual está fabricado.

Documentación del fabricante: debe contener instrucciones de instalación, de uso y mantenimiento en el idioma del país de la instalación.

Datos técnicos: esquema del sistema, situación y diámetro de las conexiones, potencia eléctrica y térmica, dimensiones, tipo, forma de montaje, presiones y temperaturas de diseño y límites, tipo de protección contra la corrosión, tipo de fluido térmico, condiciones de instalación y almacenamiento.

Guía de instalación con recomendaciones sobre superficies de montaje, distancias de seguridad, tipo de conexiones, procedimientos de aislamiento de tuberías, integración de captadores en tejados, sistemas de drenaje.

Estructuras soporte: cargas de viento y nieve admisibles.

Tipo y dimensiones de los dispositivos de seguridad. Drenaje. Inspección, llenado y puesta en marcha. Check-list para el instalador. Temperatura mínima admisible sin congelación. Irradiación solar de sobrecalentamiento.

Documentación para el usuario sobre funcionamiento, precauciones de seguridad, elementos de seguridad, mantenimiento, consumos, congelación y sobrecalentamiento.

Etiquetado: fabricante, tipo de instalación, número de serie, año, superficie de absorción, volumen de fluido, presión de diseño, presión admisible, potencia eléctrica.

En general, las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas. Asimismo, serán rechazados aquellos productos que no cumplan las características mínimas técnicas prescritas en trabajo.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas estarán convenientemente protegidas durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta que no se proceda a la unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades del aparato. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc., se guardarán en locales cerrados.

Se deberá tener especial precaución en la protección de equipos y materiales que puedan estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos. Especial cuidado con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, que deberán quedar debidamente protegidos. Todos los materiales se conservarán hasta el momento de su instalación, en la medida de lo posible, en el interior de sus embalajes originales.

#### **5.4.2.4.3. Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.**

##### Características técnicas de cada unidad de obra.

- Condiciones previas.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño. Durante el montaje, se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Según el CTE DB HE 4 apartado 3.2.2, se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico. Cuando sea imprescindible usar en un mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y con el fluido de trabajo. No se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado para permitir elevaciones de la temperatura por encima de 60°C. Cuando el material aislante de la tubería y accesorios sea de fibra de vidrio, deberá cubrirse con una protección no inferior a la proporcionada por un recubrimiento de venda y escayola. En los tramos que discurran por el exterior se terminará con pintura asfáltica.

Proceso de ejecución.

- Ejecución.

En general, se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes. En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, se aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0°C, deberá estar protegido contra heladas.

- Sistema de captación:

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo. Preferentemente se instalarán captadores con conductos distribuidores horizontales y sin cambios complejos de dirección de los conductos internos. Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje. La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura. Se evitará que los captadores queden expuestos al sol por periodos prolongados durante su montaje. En este periodo las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

- Conexionado:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.2, el conexionado de los captadores se realizará prestando especial atención a su estanqueidad y durabilidad. Se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos, conectadas entre sí en paralelo, en serie ó en



serieparalelo. Se instalarán válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Además se instalará una válvula de seguridad por cada fila. Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie ó en paralelo, cuyo número tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. Si la instalación es exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie 5 captadores según el fabricante.

Los captadores se dispondrán preferentemente en filas formadas por el mismo número de elementos. Se conectarán entre sí instalando válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Los captadores se pueden conectar en serie o en paralelo. El número de captadores conexcionados en serie no será superior a tres. En el caso de que la aplicación sea de agua caliente sanitaria no deben conectarse más de dos captadores en serie.

- Estructura soporte:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.3, la estructura soporte del sistema de captación cumplirá las exigencias del CTE en cuanto a seguridad estructural. Permitirá las dilataciones térmicas, sin transferir cargas a los captadores o al circuito hidráulico. Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, área de apoyo y posición relativa, para evitar flexiones en el captador. La propia estructura no arrojará sombra sobre los captadores. En caso de instalaciones integradas que constituyan la cubierta del edificio, cumplirán las exigencias de seguridad estructural y estanqueidad indicadas en la parte correspondiente del CTE y demás normativa de aplicación.

- Sistema de acumulación solar:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.1, el sistema de acumulación solar estará constituido preferentemente por un solo depósito de configuración vertical, ubicado en zonas interiores, aunque podrá dividirse en dos o más

depósitos conectados entre sí. Se ubicará un termómetro de fácil lectura para controlar los niveles térmicos y prevenir la legionelosis. Para un volumen mayor de  $2 \text{ m}^3$ , se instalarán sistemas de corte de flujos al exterior no intencionados.

Los acumuladores se ubicarán preferentemente en zonas interiores. Si los depósitos se sitúan por encima de la batería de captadores se favorece la circulación natural. En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible. Cuando sea necesario que el sistema de acumulación solar esté formado por más de un depósito, estos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrado. La conexión de los acumuladores permitirá su desconexión individual sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

- Sistema de intercambio:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.4, en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último.

- Aislamiento:

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. El aislamiento no quedará interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos en material aislante. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios,

quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Para la protección del material aislante situado en intemperie se podrá utilizar una cubierta o revestimiento de escayola protegido con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o chapa de aluminio. En el caso de depósitos o cambiadores de calor situados en intemperie, podrán utilizarse forros de telas plásticas. Después de la instalación del aislante térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volantes, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

- Circuito hidráulico:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.2, las conexiones de entrada y salida se situarán evitando caminos preferentes de circulación del fluido. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador, se realizará a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo. La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste. La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizará por la parte inferior y la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.2, la longitud de tuberías del circuito hidráulico será tan corta como sea posible, evitando los codos y pérdidas de carga. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tuberías de intemperie serán protegidas de forma continua contra las acciones climatológicas con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas.

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos. En el

trazado del circuito deberán evitarse, en lo posible, los sifones invertidos. Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

- Tuberías:

La longitud de las tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general. El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación. Las tuberías se instalarán lo más

próximas posibles a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. La distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación. Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o el enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas. En ningún caso se permitirán soldaduras en tuberías galvanizadas. Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre. Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

- Bombas:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.3, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, con el eje de rotación en posición horizontal. En instalaciones superiores a 50 m<sup>2</sup> se montarán dos bombas iguales en paralelo. En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la indicada en el apartado citado.

Siempre que sea posible las bombas se montaran en las zonas mas frías del circuito. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica. Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de estas. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres.

En instalaciones de piscinas la disposición de los elementos será: el filtro deberá colocarse siempre entre bomba y los captadores y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores.

- Vasos de expansión:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.4, los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba, a una altura tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario

En caso de vaso de expansión abierto, la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero no será inferior a 3 cm. El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado.

- Purga de aire:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.5, se colocarán sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado.

Se colocarán sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de batería de captadores y en todos los puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado. Las líneas de purga deberán estar colocadas de tal forma que no se puedan helar y no se pueda acumular agua en las líneas. Los botellines de purga estarán en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles. Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

#### Condiciones de terminación.

Al final de la obra, se deberá limpiar perfectamente todos los equipos, cuadros eléctricos, etc., de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado. Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles. Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

#### **5.4.2.4.4. Control de ejecución, ensayos y pruebas.**

- Control de ejecución.

Durante la ejecución se controlará que todos los elementos de la instalación se instalen correctamente, de acuerdo con el trabajo, con la normativa y con las instrucciones expuestas anteriormente.

- Ensayos y pruebas.

Las pruebas a realizar serán:

Llenado, funcionamiento y puesta en marcha del sistema.

Se probará hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar. Comprobar que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga no están obturadas y están en conexión con la atmósfera.

Comprobar la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación.

Comprobar que alimentando eléctricamente las bombas del circuito entran en funcionamiento.

Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación.

Se rechazarán las partes de la instalación que no superen satisfactoriamente los ensayos y pruebas mencionados.

Conservación y mantenimiento.

Durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que este pueda prolongarse, se procederá a taponar los captadores. Si se utiliza manta térmica para evitar pérdidas nocturnas en piscinas, se tendrá en cuenta la posibilidad de que proliferen microorganismos en ella, por lo que se deberá limpiar periódicamente.

**5.4.2.4.5. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.**



Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la instalación, no obstante el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos han funcionado correctamente durante un mínimo de un mes, sin interrupciones o paradas.

#### **5.4.2.5. Precauciones a adoptar.**

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. de 9 de marzo de 1971 y R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

#### **5.4.3. Control de la obra.**

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la "Instrucción EHE" para el trabajo y ejecución de obras de hormigón Estructural:

### **5.5. Normativa técnica aplicable.**

La normativa siguiente es la que se muestra a continuación:

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). (BOE 28/02/2008).
- Documento Básico (HE) Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Documento Básico (SI) Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Documento Básico (HR) Protección Frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 1731/2007, de 19 de octubre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Norma UNE-100.289:2005. Climatización: Sala de máquinas.
- Real Decreto 1.700/2.003, de 15 de diciembre, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, y el uso de biocarburantes.
- Real Decreto 2.085/1.994, de 20 de octubre por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones petrolíferas.
- Real Decreto 1.523/1.999, de 1 de octubre por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2.085/1.994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03, y MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 2.201/1.995 de 28 de diciembre.
- Reglamento de Aparatos a Presión.

- También se han considerado algunas recomendaciones de las Normas UNE, que afectan a este tipo de instalaciones.
- Ley 38/1.972 de 22 de diciembre sobre protección del ambiente Atmosférico y decreto 833/1.975 (B.O.E. 22/4/75).
- Ley 38/1.972 de 22 de diciembre sobre protección del ambiente Atmosférico y decreto 833/1.975 (B.O.E. 22/4/75).
- Real Decreto 1630/1992 por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE.
- Real Decreto 275/1995 de 24 de Febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 94/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva del Consejo 93/68/CEE.
  
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).
- Todas las Normas UNE y de la CEE a las que se hace referencia en las RITE.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Todas las normas UNE a las que se hace referencia en el CTE.

Cualquier variación o ampliación sobre lo especificado en este trabajo deberá efectuarse de acuerdo con estas normas.

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **ESTADO DE MEDICIONES**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

**INDICE**

6.1. partida iluminación .....	2
6.2. SALA DE MÁQUINAS DE CUBIERTA .....	3
6.3. SALA DE CALDERAS .....	6
6.4. CLIMATIZADORES Y FAN COILS .....	9
6.5. CONDUCTOS Y DIFUSIÓN .....	19
6.6. TUBERÍAS , VALVULERÍA Y AISLAMIENTO .....	21
6.7. SISTEMA COLECTORES SOLARES .....	24
6.8. PARTIDA SEGURIDAD Y SALUD .....	25

<b>6.1. partida iluminación</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
ORNALUX WMC13PO 1TC TEL13(G2491)		72
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
ORNALUX WCHECW-218 2TC 18W(G24d2)		38
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
TROLL 6264/26/21 1TCD 26W(G24d3)		126
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
O.D OD.5500 S36 1X36 TL		46
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
PHILIPS DN450B 1XDLM2000/840		4830
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
TROLL 0539/33 1X50 (G23)		180
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
ORNALUX WHDCD-218PT/PO 2TCD 18W (G24d2)		640
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
ORNALUX WHGCD-326PT 3X26 (G24d3)		400
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
TROLL 0321/33 1X18 TC (G24d2)		46
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
ARCLUCE SELENIO2 7005+7905-12 2X18 (G23)		16
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
O.D OD8551/S36 1X36 TL		250
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
O.D OD3142/D36 2X36 TL		350
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
TROLL 0102/33+IGB70/00 HIT 70W Rx7s		26
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
O.D OD3441/4X18 4X18 TL		320
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
ORNALUX WCHECW-118 1X18 TCD (G24d2)		180
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
TROLL 0322/33 2X18 TCD (G24d3)		24
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
A.C SISTEMAS LSB 218 BHP 2X18W TL		76
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
A.C SISTEMAS LSB 236 BHP 2X36W TL		80
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
BEGA 2479 1X125W HME E27		40
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
LE 60459 1X100I E27		26
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
O.D OD6423/D36 2X36W TL		24
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
SIMES S4859 10W (G24d1)		18
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
O.D OD3414 2X36 TL		50

	Ud.	Cant.
O.D OD8551/D36		180

Descripción	Ud.	Cant.
<b>6.2. SALA DE MÁQUINAS DE CUBIERTA</b>		
<b>BOMBA DE CALOR QUATTRO 2120S</b> 'Enfriadora de líquido dotada con sistema de recuperación de calor compuesta por batería de frío multitubular, batería de calor multitubular, batería de intercambio de aire ambiente y compresores alternativos . De las siguientes características Marca: SEDICAL THERMOCOLD Modelo: QUATTRO 2370 P.Frig. 370Kw P.Cal. 458Kw (recuperación) P.Elec. 148Kw Completamente instalada incluso muelles antivibratorios, medios auxiliares y grua para ubicación de equipos en cubierta.	UD	6
<b>DEPÓSITO TAMPÓN 5000L</b> 'Depósito tampón de 5000l de capacidad fabricado en chapa de acero galvanizada en caliente y aislado con manta de fibra de vidrio de 50mm de espesor y terminado en chapa de aluminio de 0.6mm. Incluso tomas y salidas embridadas de diámetros acordes al esquema unifilar del anexo de planos. Incluso medios auxiliares completamente instalado	UD	12
<b>BOMBA DOBLE LMD100200</b> 'Bomba doble gemela para circuito de frío y calor con un caudal de 88.9m3/h y una altura manométrica de 8.4mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LMD100/200 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	6
<b>BOMBA DOBLE LMD100160</b> 'Bomba doble gemela para circuito de frío y calor con un caudal de 78M3/H y una altura manométrica de 8mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LMD100/160 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	13
<b>BOMBA DOBLE LMD100120</b> 'Bomba doble gemela para circuito de frío y calor con un caudal de 120M3/H y una altura manométrica de 16mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LMD100/120 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	1
<b>BOMBA LM 80160</b> 'Bomba para circuito primario de caldera con un caudal de 32.8M3/H y una altura manométrica de 8.4mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LM 80/160 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	1



BOMBA DOBLE LMD65160 'Bomba doble gemela para circuito de frío y calor con un caudal de 23.3M3/H y una altura manométrica de 6.5mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LMD85/160 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	2
DN-150 'Válvula de interrupción, tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-150, PN-10. Instalada.	UD	34
DN-125 'Válvula de interrupción, tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-125, PN-10. Instalada.	UD	78
DN-100 'Válvula de interrupción, tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-100, PN-10. Instalada.	UD	6
DN-80 'Válvula de interrupción, tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-80, PN-10. Instalada.	UD	12
Antivibratorio DN-150 'Manguito elástico de simple onda, formado de cuerpo de neopreno, con bridas cincadas, de 180 mm de longitud, DN-150, PN-15.Instalado	UD	14
Antivibratorio DN-125 'Manguito elástico de simple onda, formado de cuerpo de neopreno, con bridas cincadas, de 170 mm de longitud, DN-125, PN-15.Instalado	UD	49
Antivibratorio DN-100 'Manguito elástico de simple onda, formado de cuerpo de neopreno, con bridas cincadas, de 135 mm de longitud, DN-100, PN-15.Instalado	UD	2
Antivibratorio DN-80 'Manguito elástico de simple onda, formado de cuerpo de neopreno, con bridas cincadas, de 130 mm de longitud, DN-80, PN-15.Instalado	UD	4
Retencion DN-150 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-150, PN-10.Instalada.	UD	14
Retencion DN-125 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-125, PN-10.Instalada.	UD	26
Retencion DN-100 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-100, PN-10.Instalada.	UD	2
Retencion DN-80 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-80, PN-10.Instalada.	UD	4
DN-125 'Filtro de agua,realizado en hierro fundido con tamiz de acero inoxidable, completo de bridas, contrabridas, tornillos, juntas y demás accesorios, DN-125, PN-10	UD	12

Válvula de seguridad 'Válvula de seguridad de diámetro DN-50, instalada según descripción en planos, incluso conducción a desagüe.	UD	12
vaso 200 l 'Vaso de expansión cerrado de 200 l , cuerpo de acero y con membrana elástica recambiable. Instalado	UD	6
Tubo acero negro 6" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 6" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	120
Tubo acero negro 5" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 5" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	240
Tubo acero negro 8" 'Tubo de acero negro estirado, DIN-2448 de 8" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	24
coquilla DN200 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 219mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	24
coquilla DN150 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 169mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	120
coquilla DN125 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 140mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	240
VACIADO DN40 'Vaciado de instalación compuesto por válvula de bola DN40 y tubería de acero negro conducida hasta vaciado general incluso parte proporcional de accesorios y piezas especiales completamente instalado.C6	UD	12
medidor presión bombas 'Conjunto de elementos para medición de presión diferencial en bomba, compuesto por 4 válvulas de corte DN-15, manómetro de esfera (0-60 Kpa), rabo de cerdo y tubería.	UD	23
Termometro 0-60 'Termómetro de ley, con escala de 0-60°, con vaina de 1/2" para insertar en tubería, instalado según esquemas y planos.	UD	58
MANOMETRO 0.10KG 'Manómetro glicerina con escala de 0 a 10 kg/cm2 incluso p.p. de accesorios de montaje y conxionado a tubería completamente instalado.	UD	47
DN 32 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-32, PN16. Instalada.	UD	12

<b>6.3. SALA DE CALDERAS</b>		
caldera de bioma sa modelo GH-BI 1162 Una máquina de diseño compacto y elevadas prestaciones. Se trata de una caldera policombustible con quemador de encendido automático, cuadro de control de alimentación de combustible, termostato para controlar la temperatura máxima y mínima de la caldera y sensor de temperatura de la misma	UD	1
<b>CALDERA ROCA CPA-1100</b> 'Caldera de alta temperatura apta para un funcionamiento continuo con una temperatura de retorno de agua de 70° , para producción de agua caliente , diseñada para conseguir una baja emisión de óxidos de nitrógeno(NOx), rendimiento del 94%. Tipo pirotubular de hogar a sobrepresión, de tres pasos de humos, hogar concéntrico, horizontal, cilíndrica, monobloc. Puerta frontal totalmente abatible con placa de acoplamiento para quemador y caja de humos posterior con salida horizontal. Construida en su parte sometida a presión con chapa de acero al carbono calidad DIN H II según DIN 17155 y tubos de humos de acero al carbono estirado sin soldadura DIN 17175. Aislamiento térmico mediante lana de vidrio IBR de gran espesor y terminación exterior con chapa de acero inoxidable AISI 304 espejo. Equipada con cuadro de instrumentos de control, compuesto por termómetro, hidrómetro y termostatos de control y seguridad, de las siguientes características técnicas : - Marca : ROCA - Modelo : CPA-1100 - Potencia térmica : 1273 KW - Dimensiones : 2760x1320x1500 - Peso : 1.280 Kg	UD	1
<b>QUEMADOR TEC130-LM</b> 'Quemador a gasóleo modulante , incluso línea de alimentación compuesta por llave de corte, reductora de presión,fitro de gasóleo, latiguillos de impulsión y retorno, machones e inyector, instalado en caldera, de la siguientes características técnicas: - Marca : ROCA - Modelo : TEC-130LM - Potencia : - Potencia eléctrica : 1,1 KW	UD	1
<b>TAPA ARQUETA 40X40</b> 'Tapa de arqueta de 40x40 con marco de fundición incluso medios auxiliares, instalada.	UD	1
<b>TAPA ARQUETA 70x70</b> 'Tapa de arqueta de 70x70 con marco de fundición incluso medios auxiliares, instalada.	UD	1
<b>CARGA DE COMBUSTIBLE</b> 'Carga de combustible formada por: -Boca de carga de 3" tipo CAMPSA -Tubería de acero negro DIN 2440 3" -Piezas especiales, pintura y medios auxiliares.	UD	1
<b>DEPÓSITO GASÓLEO 2000L</b> 'Ud. depósito de combustible de 2000l de capacidad construido según normas CAMPSA incluso servicio de grúa y medios auxiliares completamente instalado.	UD	1

VENTILACIÓN CORTAFUEGOS 'Ventilación cortafuegos del depósito de combustible formada por pieza de coronación, tubería de acero negro DIN 2440 1 1/2 piezas especiales, soportación, pintura y medios auxiliares completamente instalada.	UD	1
LINEA DE COMBUSTIBLE 'Linea de combustible realizada en tubería de cobre de 12mm incluso piezas especiales, válvulas de bola 3/8, filtros, electroválvulas y medios auxiliares.	UD	1
MEDIDOR ELECTRÓNICO COMBUSTIBLE 'Medidor electrónico del nivel de combustible modelo MEV de fabricación ELIAS incluso instalación eléctrica y medios auxiliares, completamente instalado.	UD	1
GRUPO DE PRESION COMBUSTIBLE 'Grupo de presión de combustible de 300l/h modelo HB250 de fabricación LASTER incluso medios auxiliares, completamente instalado.	UD	1
BOMBA LM 80160 'Bomba para circuito primario de caldera con un caudal de 32.8M3/H y una altura manométrica de 8.4mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LM 80/160 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	2
BOMBA LM 80125 Bomba para circuito secundario de ACS con un caudal de 28 M3/H y una altura manométrica de 8 mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LM80/125 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	8
Retencion DN-150 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-150, PN-10.Instalada.	UD	9
Retencion DN-125 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-125, PN-10.Instalada.	UD	4
Retencion DN-80 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-80, PN-10.Instalada.	UD	16
DN-150 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-150, PN-10. Instalada.	UD	10
DN-125 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-125, PN-10. Instalada.	UD	4
DN-100 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-100, PN-10. Instalada.	UD	37
DN-80 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-80, PN-10. Instalada.	UD	32

DN 50 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-50, PN16. Instalada.	UD	8
Válvula de seguridad 'Válvula de seguridad de diámetro DN-50, instalada según descripción en planos, incluso conducción a desagüe.	UD	6
DN 32 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-32, PN16. Instalada.	UD	2
Termometro 0-60 'Termómetro de ley, con escala de 0-60°, con vaina de 1/2" para insertar en tubería, instalado según esquemas y planos.	UD	58
MANOMETRO 0.10KG 'Manómetro glicerina con escala de 0 a 10 kg/cm2 incluso p.p. de accesorios de montaje y conxionado a tubería completamente instalado.	UD	32
vaso 600 l 'Vaso de expansión cerrado de 600 l , cuerpo de acero y con membrana elástica recambiable. Instalado	UD	2
Deposito 5000 l' Depósito acumulador de ACS, de 5.000 l de capacidad, construido en acero inoxidable AISI 316, tipo horizontal con pies de apoyo, con tapa registro para limpieza interior, 2 tomas embridadas de 3", 2 conexiones de 110 y 4 tomas de 1/2".	UD	4
IP 750 KW 'Intercambiador de calor de placas desmontables con Bastidor construido en acero al carbono con pintura epoxy y placas de acero inoxidable AISI 316, juntas de NBR - Clip-on, de las siguientes características técnicas: - Marca : ALFA-LAVAL - Potencia térmica : 750 KW - Tp E/S : 50/45 - Ts E/S : 10/50	UD	4
IP 520KW Intercambiador de calor de placas desmontables con Bastidor construido en acero al carbono con pintura epoxy y placas de acero inoxidable AISI 316, juntas de NBR - Clip-on, de las siguientes características técnicas: - Marca : ALFA-LAVAL - Potencia térmica : 520 KW- T <sup>a</sup> p E/S : 90/70 - T <sup>a</sup> s E/S : 50/70	UD	4
INSTALACIÓN DE TUBERÍA SALA DE C 'Instalación de tubería en sala de calderas para interconexión de todos los elementos de la misma, calderas, depósitos , intercambiadores, etc.Incluso accesorios electrosoldados y elementos de soportación y montaje	UD	1
AISLAMIENTO SALA DE CALDERAS 'Aislamiento de tubería en sala de calderas constituido por coquilla de fibra de vidrio de espesor 50 mm y terminada en aluminio de espesor 0.6mm, incluso aislamiento de los depósitos de ACS ejecutado del mismo modo. Completamente instalado.	UD	1
Chimenea INOX 400 'Chimenea de acero inoxidable de doble pared con aislamiento intermedio de diámetro 400mm de fabricación DINAK, incluso p.p. de piezas especiales y accesorios de soportación y montaje,medios auxiliares. Completamente instalado.	MI	72

6.4. CLIMATIZADORES Y FAN COILS		
<p><b>FCXP32</b>            'Fan-coil de techo sin envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FCXP32</li> <li>- Caudal max.: 450 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 30 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 2064 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 2924 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.155 KW</li> </ul>	UD	96
<p><b>FCXP42</b>            'Fan-coil de techo sin envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FCXP42</li> <li>- Caudal max.: 600 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 30 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 2924 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 3440 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.155 KW</li> </ul>	UD	4
<p><b>FCXP62</b>            'Fan-coil de techo sin envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FCXP62</li> <li>- Caudal max.: 920 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 30 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 4455 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 6020 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.155 KW</li> </ul>	UD	105

<p>FCXP102</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FCXP102</li> <li>- Caudal max.: 1300 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 30 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 6553 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 8600 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.155 KW</li> </ul>	UD	8
<p>FP9</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP9</li> <li>- Caudal max.: 810 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 3345 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 4315 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	9
<p>FP11</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP11</li> <li>- Caudal max.: 1000 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 4747 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 6100 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	3



<p>FP17</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP17</li> <li>- Caudal max.: 1400 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 6286 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 8100 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	63
<p>FP20</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP20</li> <li>- Caudal max.: 1500 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 8006 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 10080 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	50
<p>FP26</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP26</li> <li>- Caudal max.: 1700 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 11266 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 13800 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	15

<p>CL-01</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-01 COMEDOR</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2020/3</li> <li>- Sección de ventilador de retorno</li> </ul> <p>Caudal: 16.000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 4 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de Free-cooling con compuertas para mando automático.</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor, construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 186KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 16000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 5.5 KW</p>	UD	1
<p>CL-02</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-02 Restaurante</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2012/1</li> <li>- Sección de ventilador de retorno</li> </ul> <p>Caudal: 6.000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 1.5 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de Free-cooling con compuertas para mando automático.</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor, construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 45KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 6000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 2.2 KW</p>	UD	1

<p>CL-03</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo baja silueta construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-03 Salón usos múltiples 1</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : BS-12/3</li> <li>- Sección de ventilador de retorno</li> </ul> <p>Caudal:11200 m3/h Ped:250 Pa Potencia: 3 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de Free-cooling con compuertas para mando automático.</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica :128KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 11200 m3/h Ped: 250 Pa Potencia : 4 KW</p>	UD	1
<p>CL-04</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo baja silueta construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-04 Salón de usos múltiples 2</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : BS-12/3</li> <li>- Sección de ventilador de retorno</li> </ul> <p>Caudal:10000 m3/h Ped:250 Pa Potencia: 2.2 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de Free-cooling con compuertas para mando automático.</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica :112KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 10000 m3/h Ped: 250 Pa Potencia : 4 KW</p>	UD	1

<p>CL-05</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo baja silueta construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-05 Sala Polivalente</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : BS-9/1</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de filtros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 48 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 5.250 m3/h Ped: 200 Pa</p> <p>Potencia : 2,2 KW</p>	UD	1
<p>CL-AP-A</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-AP-A Aire primario circuito A</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2015/2</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de filtros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 66.6 KW</p> <p>Tª e/s : 10/15°</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 8.000 m3/h Ped: 300 Pa</p> <p>Potencia : 2.2 KW</p>	UD	1
<p>CL-AP-B</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-AP-B Aire primario circuito B</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2015/2</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de filtros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 64 KW</p> <p>Tª e/s : 10/15°</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 7700 m3/h Ped: 300 Pa</p> <p>Potencia : 2.2 KW</p>	UD	1

<p>CL-AP-C</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-AP-C Aire primario circuito C</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2012/1</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de filtros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 52 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 6200 m3/h Ped: 300 Pa</p> <p>Potencia : 2.2 KW</p>	UD	1
<p>CL-AP-D</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-AP-D Aire primario circuito D</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2012/1</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de filtros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 42 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 5000 m3/h Ped: 300 Pa</p> <p>Potencia : 1.5 KW</p>	UD	1
<p>FAN COIL CASSETTE CWC600-45</p> <p>'Fan coil de tipo cassette par encastrar en falso techo de tipo modular con placas de 600x600 de las siguientes características:</p> <p>Marca: AIRLAN</p> <p>Modelo: CWC600-45</p> <p>Potencia Frigorífica 4.16 KW</p> <p>Potencia Calorífica 4.8 KW</p> <p>Caudal: 623 M3/H</p> <p>Ubicaciones: FC02, FC03, FC04, FC05, FC06, FC07, FC08, FC09, FC13 (Planta baja) FC01, FC02, FC03, FC04, Y FC05 (Planta primera oficinas).</p> <p>Incluso panel embellecedor dotado con rejilla de retorno central y álabes deflectores de salida de aire en 4 vías; latiguillos de conexión a tubería y bandeja de condensados aislada.</p>	UD	14

<p>FAN COIL CASSETTE CWC600-25</p> <p>'Fan coil de tipo cassette par encastrar en falso techo de tipo modular con placas de 600x600 de las siguientes características:</p> <p>Marca: AIRLAN</p> <p>Modelo: CWC600-25</p> <p>Potencia Frigorífica 2.45 KW</p> <p>Potencia Calorífica 3.2 KW</p> <p>Caudal: 526 M3/H</p> <p>Ubicaciones: FC12 (planta baja).</p> <p>Incluso panel embellecedor dotado con rejilla de retorno central y álabes deflectores de salida de aire en 4 vías; latiguillos de conexión a tubería y bandeja de condensados aislada.</p>	UD	1
<p>FP20</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP20</li> <li>- Caudal max.: 1500 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 8006 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 10080 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	2
<p>FP26</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP26</li> <li>- Caudal max.: 1700 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 11266 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 13800 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	1
<p>TERMOSTATO FAN COIL</p> <p>'Termostato de ambiente para fan coil dotado con control de velocidades de ventilador, marcha/paro, selector invierno/verano y selector de temperatura, incluso p.p. de accesorios de conexionado y cableado. Completamente instalado.</p>	UD	370
<p>VALVULA 3V T/N 1"</p> <p>'Válvula de 3vías motorizada todo/nada con servomotor 220v. Cuerpo fabricado en bronce y racores de conexión de diámetro 1".Incluso p.p. de accesorios de conexionado eléctrico e hidráulico. Completamente instalada.</p>	UD	75
<p>VALVULA 3V T/N 3/4"</p> <p>'Válvula de 3vías motorizada todo/nada con servomotor 220v. Cuerpo fabricado en bronce y racores de conexión de diámetro 3/4".Incluso p.p. de accesorios de conexionado eléctrico e hidráulico. Completamente instalada.</p>	UD	89

VALVULA 3V T/N 1/2" 'Válvula de 3vías motorizada todo/nada con servomotor 220v. Cuerpo fabricado en bronce y racores de conexión de diámetro 1/2".Incluso p.p. de accesorios de conexionado eléctrico e hidráulico. Completamente instalada.	UD	226
FAN COIL PARED FCXA102 'Fan-coil de techo/pared con envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías y termostato y mando de velocidades incorporado., de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FCXA102 - Caudal max.: 1300 m3/h - Potencia frigorífica max.: 6553 F/H - Potencia Calorífica max: 8600 kcal/h - Potencia eléctrica: 0.155 KW	UD	2
FAN COIL PARED FCXA62 'Fan-coil de pared con envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías y termostato y mando de velocidades incorporado., de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FCXA62 - Caudal max.: 920 m3/h - Potencia frigorífica max.: 4455 F/H - Potencia Calorífica max: 6020 kcal/h - Potencia eléctrica: 0.155 KW	UD	16
FAN COIL PARED FCXA32 'Fan-coil de pared con envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías y termostato y mando de velocidades incorporado., de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FCXA32 - Caudal max.: 450 m3/h - Potencia frigorífica max.: 2064 F/H - Potencia Calorífica max: 2924 kcal/h - Potencia eléctrica: 0.155 KW	UD	2



<p>TVE-7 1.800 m3/h 200Pa</p> <p>'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : TVE-7</li> <li>- Caudal : 1.800 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 200 Pa</li> <li>- Potencia : 0,37 KW</li> </ul> <p>Referencia EX01 sótano</p>	UD	1
<p>TVE-9 3.120 m3/h 150Pa</p> <p>'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : TVE-9</li> <li>- Caudal : 3.120 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 150 Pa</li> <li>- Potencia : 0,55 KW</li> </ul> <p>Referencia EX02 SÓTANO</p>	UD	1
<p>TD-500/150 300 m3/h 150Pa</p> <p>'Extractor tubular helicocentrífugo para extracción o ventilación para conducto y motor de dos velocidades de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : S&amp;P</li> <li>- Modelo : TD-500/150</li> <li>- Caudal : 300 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 150 Pa</li> <li>- Potencia : 0,07 KW</li> </ul> <p>Referencia EX03 SÓTANO</p>	UD	1
<p>TD-800/200 480 m3/h 150Pa</p> <p>'Extractor tubular helicocentrífugo para extracción o ventilación para conducto y motor de dos velocidades de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : S&amp;P</li> <li>- Modelo : TD-800/200</li> <li>- Caudal : 480 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 150 Pa</li> <li>- Potencia : 0,08 KW</li> </ul> <p>Referencia EX 02-03-07 PLANTA BAJA</p>	UD	3
<p>TVE-7 1.000 m3/h 150Pa</p> <p>'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : TVE-7</li> <li>- Caudal : 1.000 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 150 Pa</li> <li>- Potencia : 0,25 KW</li> </ul> <p>Referencia EX-08 PLANTA BAJA</p>	UD	1

<p>TVE-7 1.400 m3/h 150Pa</p> <p>'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : TVE-7</li> <li>- Caudal : 1.400 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 200 Pa</li> <li>- Potencia : 0,25 KW</li> </ul> <p>Referencia EX 01-04-05 PLANTA BAJA</p>	UD	3
<p>TVE-12 5.200 m3/h 200Pa</p> <p>'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : TVE-12</li> <li>- Caudal : 5.200 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 200 Pa</li> <li>- Potencia : 1,1 KW</li> </ul> <p>Referencia EX09 PLANTA BAJA</p>	UD	1

<b>6.5. CONDUCTOS Y DIFUSIÓN</b>		
<p>Conducto chapa</p> <p>'Conducto rectangular realizado en chapa de acero galvanizado, de espesor de pared comprendido entre 0,8 y 1,2 mm, para los conductos de distribución de aire en las dimensiones indicadas en planos, a instalar en cubierta (conductos generales de aire primario) totalmente ensamblados, reforzados y soportados según normas UNE. Incluso aislamiento interior a base de manta de espuma elastomérica de espesor 10mm.</p>	M2	792
<p>CLIMAVER PLUS</p> <p>'Conducto rectangular construido con paneles de alta densidad de fibra de vidrio, con revestimiento exterior de aluminio, Kraft y malla de refuerzo; revestimiento interior con superficie lisa de aluminio y Kraft, incluso parte proporcional de soportación, para los conductos de distribución de aire en las dimensiones indicadas en planos, totalmente ensamblados, reforzados y soportados según normas UNE.</p>	M2	3.336
<p>flexible aislado 200</p> <p>'Tubo flexible de aluminio aislado de diámetro 200mm, incluso aros contruidos en chapa galvanizada para conexión al conducto y plenum mediante abrazadera de nylon, instalado.</p>	MI	140
<p>flexible aislado 100</p> <p>'Tubo flexible de aluminio aislado de diámetro 100mm, incluso aros contruidos en chapa galvanizada para conexión al conducto y plenum mediante abrazadera de nylon, instalado.</p>	MI	160
<p>Rejilla D/D c/r 315 800x200</p> <p>'Rejilla de doble deflexión, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 800x200. Instalada</p>	UD	16

Rejilla D/D c/r 315 500x200 'Rejilla de doble deflexión, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 500x200.Instalada	UD	480
Rejilla 45° c/r 805 800x200 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 800x200.Instalada	UD	21
Rejilla 45° c/r 805 600x200 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 600x200.Instalada	UD	58
Rejilla 45° c/r 805 500x200 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 500x200.Instalada	UD	480
Rejilla 45° c/r 805 400x200 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 400x200.Instalada	UD	5
Rejilla 45° c/r 805 300x100 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 300x100.Instalada	UD	11
rotacional DQJ-600 'Difusor rotacional , construido en acero galvanizado lacado en blanco RAL9010, piezas móviles de ABS en negro mate, caja de conexión en acero galvanizado y regulación en acero galvanizado con eje de acero cincado sobre cojinetes de nylon,con regulación y puente de montaje,tipo DQJ-600/SAK , marca SCHAKO Instalado.	UD	58
difusor lineal 1vía 'Difusor lineal de 1 vía, construido en aluminio anodizado y plenum en chapa galvanizada, con lamas de doble función, con puentes de montaje y parejas de remate, modelo DSC1000 marca SHACKO. Instalado.	MI	63
Boca diámetro 100 'Boca de ventilación para aseos , construida en plástico de diámetro 100. Instalada.	UD	32
TAE 400X200 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 400X200.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	3
TAE 400X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 400x400. Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	8
TAE 500X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 500X400.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	2
TAE 600X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 600X400.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	2

TAE 700X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en aluminio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 700X400. Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	2
TAE 1000X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en aluminio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 100X400. Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	6
TAE 1200X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en aluminio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 1200X400. Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	2
CCF 300x200 'Compuerta cortafuegos marca TROX, de la serie FKA-3 en chapa de acero galvanizado, resistencia al fuego R-120 según UNE 23-802-79 en todas sus dimensiones y estanca al humo según DIN 4102 incluso con humo frío, con dos finales de carrera y fusible termoelectrónico tarado a 72°C de dimensiones 300x200. Instalada.	UD	177
COMPUERTA REGULACIÓN 200X100 'Compuerta de regulación de caudal de aire fabricada en aluminio anodizado accionamiento mediante tornillo para acoplamiento a conducto. De dimensiones 200x100. Incluso p.p. de accesorios de montaje y medios auxiliares.	UD	351

<b>6.6. TUBERÍAS , VALVULERÍA Y AISLAMIENTO</b>		
Tubo acero negro 6" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 6" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	228
Tubo acero negro 5" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 5" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	282
Tubo acero negro 4" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 4" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	348
Tubo acero negro 3" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 3" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	709
Tubo acero negro 2 1/2" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 2 1/2" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	144
Tubo acero negro 2" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 2" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	410

Tubo acero negro 1 1/2" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 1 1/2" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	288
Tubo acero negro 1 1/4" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 1 1/4" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	1.379
Tubo acero negro 1" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 1" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	912
Tubo acero negro 3/4" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 3/4" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	906
Tubo acero negro 1/2" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 1/2" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	1.038
coquilla DN150 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 169mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	132
coquilla DN125 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 140mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	169
coquilla DN100 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 114mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	214
coquilla DN80 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 89mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	613
coquilla DN65 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 76mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	80
coquilla DN50 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 60mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	40
coquilla DN40 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 48mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	15

coquilla DN32 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 42mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor. Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	30
Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03. 'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex AF-36/160, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	96
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex AF-36/127, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	113
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex AF-36/114, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	134
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-89, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	96
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-76, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	54
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-60, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	395
Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03. 'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-48, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	1.349
Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03. 'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-42, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	1349
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex M-28, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	912
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex M-20, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	906
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex M-15, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	1.038
T&A STAFF DN80 'Válvula de equilibrio embridada TOUR-ANDERSSON, con volante digital, interior en AMETAL, tomas de presión y sombrerete embridado, equipada de bridas, contrabridas, tornillos, juntas y demás accesorios de montaje, modelo STAF-80, PN-16. Instalada y regulada.	UD	5
T&A STAFF DN65 'Válvula de equilibrio embridada TOUR-ANDERSSON, con volante digital, interior en AMETAL, tomas de presión y sombrerete embridado, equipada de bridas, contrabridas, tornillos, juntas y demás accesorios de montaje, modelo STAF-65, PN-16. Instalada y regulada.	UD	3
T&A STAD DN50 'Válvula de equilibrio roscada TOUR-ANDERSSON, fabricada en AMETAL, con preajuste de caudal, tomas de presión y dispositivo de vaciado, modelo STAD-50, PN-16. Instalada y regulada.	UD	20
T&A STAD DN40 'Válvula de equilibrio roscada TOUR-ANDERSSON, fabricada en AMETAL, con preajuste de caudal, tomas de presión y dispositivo de vaciado, modelo STAD-40, PN-16. Instalada y regulada.	UD	1

T&A STAD DN32 'Válvula de equilibrio roscada TOUR-ANDERSSON, fabricada en AMETAL, con preajuste de caudal, tomas de presión y dispositivo de vaciado, modelo STAD-32, PN-16. Instalada y regulada.	UD	13
DN 32 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-32, PN16. Instalada.	UD	155
DN 25 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-25, PN16. Instalada.	UD	182
DN 20 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-20, PN16. Instalada.	UD	192
DN 15 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-15, PN16. Instalada.	UD	236
DN 50 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-50, PN16. Instalada.	UD	10
DN-80 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-80, PN-10. Instalada.	UD	10
DN-100 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-100, PN-10. Instalada.	UD	5
DESAGÜE FAN COIL 'Desagüe de Fan Coil formado por tubo de PVC de tipo sanitario de diámetro 32mm, incluso conexión a bajante más próxima mediante elementos adecuados, pegamento y accesorios de soportación y montaje. Completamente instalado.	UD	2

<b>6.7. SISTEMA COLECTORES SOLARES</b>				
solaria 2,4 AL S8	UD	320	700	224.000
deposito acumulacion solar acuvix 5000 inox	UD	13	6.000	78.000
intercambiador comeval modelo S4A-48TL	UD	2	2.600	5.200
material vario	UD	1	23.000	23.000
			<b>total</b>	<b>307.200</b>



<b>6.8. PARTIDA SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>CARTEL INDICAT. SEGURIDAD SIN SOP.</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Cartel indicativo de seguridad de 1x0,70 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.		20
<b>EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equiposelectricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla.		10
<b>CASCO DE SEGURIDAD</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Casco de seguridad con desudador, homologado CE		30
<b>PANT. SEGURID. PARA SOLDADURA</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Pantalla de seguridad para soldadura con fijación en cabeza, homologada CE.		3
<b>GAFAS ANTIPOLVO</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.		50
<b>RESPIRADOR BUCO NASAL DOBLE</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Respirador buconasal doble en silicona, sin filtros, homologada CE.		70
<b>FILTRO RESPI. BUCONASAL POLVO</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Filtro 100 cc recambio respirador buconasal doble, contra partículas de polvo 100 P3, homologada CE.		20
<b>PROTECTORES AUDITIVOS VERST.</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Protectores auditivos tipo orejera versatil, homologado CE.		125
<b>CINTURÓN SEGURIDAD CLASE A</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones.		30
<b>MONO DE TRABAJO</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Mono de trabajo, homologado CE.		50
<b>MANDIL SOLDADOR SERRAJE</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Mandil de serraje para soldador grado A, 60x90 cm. homologado CE.		12
<b>PAR GUANTES NEOPRENO</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Par de neopreno 100% , homologado CE.		50
<b>PAR GUANTES LONA/SERRAJE</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Par de guantes de lona/serraje tipo americano primera calidad, homologado CE.		50
<b>PAR GUANTES SOLDADOR 34 cm.</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>

Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.		15
PAR MANGUITOS SOLDADOR H.	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Par de manguitos para soldador al hombro serraje grado A, homologado CE.		4
PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Par de botas de agua monocolor con suela antideslizante de seguridad, homologadas CE.		50
PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.		50
PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.		50
PAR POLAINAS SOLDADOR	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE		6
BANCO POLIPROPILENO 5 PERSONAS	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos, colocado.		5
TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada.		50
DEPÓSITO DE BASURAS DE 500L	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Deposito de basuras de 500 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado.		30
EQUIPO LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
peon	h	320
BOTIQUÍN DE OBRA	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Botiquín de obra instalado.		10
REPOSICIÓN DEL BOTIQUÍN	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Reposición de material de botiquín de obra.		10
RECONOCIMIENTO MÉDICO	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Reconocimiento médico obligatorio		50
FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado	h	10
COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>
Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión de 1h como mínimo a la semana durante 3 meses.	h	1



**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **PRESUPUESTO**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

**INDICE**

<b>7.1. partida iluminación .....</b>	<b>2</b>
<b>7.2. SALA DE MÁQUINAS DE CUBIERTA.....</b>	<b>3</b>
<b>7.3. SALA DE CALDERAS.....</b>	<b>6</b>
<b>7.4. CLIMATIZADORES Y FAN COILS .....</b>	<b>9</b>
<b>7.5. CONDUCTOS Y DIFUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>7.6. TUBERÍAS , VALVULERÍA Y AISLAMIENTO .....</b>	<b>23</b>
<b>7.7. SISTEMA COLECTORES SOLARES .....</b>	<b>26</b>
<b>7.8. PARTIDA SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>27</b>

<b>7.1. partida iluminación</b>				
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
ORNALUX WMC13PO 1TC TEL13(G2491)		72	42	3.024
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
ORNALUX WCHECW-218 2TC 18W(G24d2)		38	48	1.824
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
TROLL 6264/26/21 1TCD 26W(G24d3)		126	41	5.166
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
O.D OD.5500 S36 1X36 TL		46	53	2.438
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
PHILIPS DN450B 1XDLM2000/840		4830	28	135.240
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
TROLL 0539/33 1X50 (G23)		180	47	8.460
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
ORNALUX WHDCD-218PT/PO 2TCD 18W (G24d2)		640	38	24.320
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
ORNALUX WHGCD-326PT 3X26 (G24d3)		400	48	19.200
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
TROLL 0321/33 1X18 TC (G24d2)		46	43	1.978
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
ARCLUCE SELENIO2 7005+7905-12 2X18 (G23)		16	38	608
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
O.D OD8551/S36 1X36 TL		250	53	13.250
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
O.D OD3142/D36 2X36 TL		350	67	23.450
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
TROLL 0102/33+IGB70/00 HIT 70W Rx7s		26	37	962
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
O.D OD3441/4X18 4X18 TL		320	81	25.920
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
ORNALUX WCHECW-118 1X18 TCD (G24d2)		180	42	7.560
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
TROLL 0322/33 2X18 TCD (G24d3)		24	53	1.272
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
A.C SISTEMAS LSB 218 BHP 2X18W TL		76	64	4.864
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
A.C SISTEMAS LSB 236 BHP 2X36W TL		80	75	6.000
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
BEGA 2479 1X125W HME E27		40	92	3.680
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
LE 60459 1X100I E27		26	41	1.066
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
O.D OD6423/D36 2X36W TL		24	78	1.872
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
SIMES S4859 10W (G24d1)		18	27	486
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>

O.D OD3414 2X36 TL		50	74	3.700
	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
O.D OD8551/D36		180	83	14.940
			total	311.280,00 €

<b>Descripción</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
<b>7.2. SALA DE MÁQUINAS DE CUBIERTA</b>				
<b>BOMBA DE CALOR QUATTRO 2120S</b> 'Enfriadora de líquido dotada con sistema de recuperación de calor compuesta por batería de frío multitubular, batería de calor multitubular, batería de intercambio de aire ambiente y compresores alternativos . De las siguientes características Marca: SEDICAL THERMOCOLD Modelo: QUATTRO 2370 P.Frig. 370Kw P.Cal. 458Kw (recuperación) P.Elec. 148Kw Completamente instalada incluso muelles antivibratorios, medios auxiliares y grúa para ubicación de equipos en cubierta.	UD	6	30.450	182.700
<b>DEPÓSITO TAMPÓN 5000L</b> 'Depósito tampón de 5000l de capacidad fabricado en chapa de acero galvanizada en caliente y aislado con manta de fibra de vidrio de 50mm de espesor y terminado en chapa de aluminio de 0.6mm. Incluso tomas y salidas embridadas de diámetros acordes al esquema unifilar del anexo de planos. Incluso medios auxiliares completamente instalado	UD	12	6.200	74.400
<b>BOMBA DOBLE LMD100200</b> 'Bomba doble gemela para circuito de frío y calor con un caudal de 88.9m3/h y una altura manométrica de 8.4mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LMD100/200 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	6	320	1.920
<b>BOMBA DOBLE LMD100160</b> 'Bomba doble gemela para circuito de frío y calor con un caudal de 78M3/H y una altura manométrica de 8mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LMD100/160 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	13	260	3.380
<b>BOMBA DOBLE LMD100120</b> 'Bomba doble gemela para circuito de frío y calor con un caudal de 120M3/H y una altura manométrica de 16mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LMD100/120 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	1	462	462
<b>BOMBA LM 80160</b> 'Bomba para circuito primario de caldera con un caudal de 32.8M3/H y una altura manométrica de 8.4mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LM 80/160 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	1		0



BOMBA DOBLE LMD65160 'Bomba doble gemela para circuito de frío y calor con un caudal de 23.3M3/H y una altura manométrica de 6.5mcda Marca: GRUNDFOS Modelo: LMD85/160 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	2	156	312
DN-150 'Válvula de interrupción, tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-150, PN-10. Instalada.	UD	34	120	4.080
DN-125 'Válvula de interrupción, tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-125, PN-10. Instalada.	UD	78	98	7.644
DN-100 'Válvula de interrupción, tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-100, PN-10. Instalada.	UD	6	75	450
DN-80 'Válvula de interrupción, tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-80, PN-10. Instalada.	UD	12	62	744
Antivibratorio DN-150 'Manguito elástico de simple onda, formado de cuerpo de neopreno, con bridas cincadas, de 180 mm de longitud, DN-150, PN-15.Instalado	UD	14	23	322
Antivibratorio DN-125 'Manguito elástico de simple onda, formado de cuerpo de neopreno, con bridas cincadas, de 170 mm de longitud, DN-125, PN-15.Instalado	UD	49	26	1.274
Antivibratorio DN-100 'Manguito elástico de simple onda, formado de cuerpo de neopreno, con bridas cincadas, de 135 mm de longitud, DN-100, PN-15.Instalado	UD	2	25	50
Antivibratorio DN-80 'Manguito elástico de simple onda, formado de cuerpo de neopreno, con bridas cincadas, de 130 mm de longitud, DN-80, PN-15.Instalado	UD	4	24	96
Retencion DN-150 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-150, PN-10.Instalada.	UD	14	47	658
Retencion DN-125 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-125, PN-10.Instalada.	UD	26	47	1.222
Retencion DN-100 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-100, PN-10.Instalada.	UD	2	43	86

Retencion DN-80 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-80, PN-10.Instalada.	UD	4	37	148
DN-125 'Filtro de agua,realizado en hierro fundido con tamiz de acero inoxidable, completo de bridas, contrabridas, tornillos, juntas y demás accesorios, DN-125, PN-10	UD	12	80	960
Válvula de seguridad 'Válvula de seguridad de diámetro DN-50, instalada según descripción en planos, incluso conducción a desagüe.	UD	12	18	216
vaso 200 l 'Vaso de expansión cerrado de 200 l , cuerpo de acero y con membrana elástica recambiable. Instalado	UD	6	241	1.446
Tubo acero negro 6" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 6" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	120	5	600
Tubo acero negro 5" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 5" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	240	5	1.152
Tubo acero negro 8" 'Tubo de acero negro estirado, DIN-2448 de 8" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	24	9	216
coquilla DN200 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 219mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	24	10	240
coquilla DN150 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 169mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	120	9	1.080
coquilla DN125 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 140mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	240	8	1.920
VACIADO DN40 'Vaciado de instalación compuesto por válvula de bola DN40 y tubería de acero negro conducida hasta vaciado general incluso parte proporcional de accesorios y piezas especiales completamente instalado.C6	UD	12	10	120
medidor presión bombas 'Conjunto de elementos para medición de presión diferencial en bomba, compuesto por 4 válvulas de corte DN-15, manómetro de esfera (0-60 Kpa), rabo de cerdo y tubería.	UD	23	6	138

Termometro 0-60 'Termómetro de ley, con escala de 0-60°, con vaina de 1/2" para insertar en tubería, instalado según esquemas y planos.	UD	58	5	290
MANOMETRO 0.10KG 'Manómetro glicerina con escala de 0 a 10 kg/cm2 incluso p.p. de accesorios de montaje y conxionado a tubería completamente instalado.	UD	47	12	564
DN 32 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-32, PN16. Instalada.	UD	12	56	672
			total	289.562

<b>7.3. SALA DE CALDERAS</b>				
caldera de bioma sa modelo GH-BI 1162 Una máquina de diseño compacto y elevadas prestaciones. Se trata de una caldera policomcombustible con quemador de encendido automático, cuadro de control de alimentación de combustible, termostato para controlar la temperatura máxima y mínima de la caldera y sensor de temperatura de la misma	UD	1	26.000	26.000
CALDERA ROCA CPA-1100 'Caldera de alta temperatura apta para un funcionamiento continuo con una temperatura de retorno de agua de 70° , para producción de agua caliente , diseñada para conseguir una baja emisión de óxidos de nitrógeno(NOx), rendimiento del 94%. Tipo pirotubular de hogar a sobrepresión, de tres pasos de humos, hogar concéntrico, horizontal, cilíndrica, monobloc. Puerta frontal totalmente abatible con placa de acoplamiento para quemador y caja de humos posterior con salida horizontal. Construida en su parte sometida a presión con chapa de acero al carbono calidad DIN H II según DIN 17155 y tubos de humos de acero al carbono estirado sin soldadura DIN 17175. Aislamiento térmico mediante lana de vidrio IBR de gran espesor y terminación exterior con chapa de acero inoxidable AISI 304 espejo. Equipada con cuadro de instrumentos de control, compuesto por termómetro, hidrómetro y termostatos de control y seguridad, de las siguientes características técnicas : - Marca : ROCA - Modelo : CPA-1100 - Potencia térmica : 1273 KW - Dimensiones : 2760x1320x1500 - Peso : 1.280 Kg	UD	1	22.000	22.000
QUEMADOR TEC130-LM 'Quemador a gasóleo modulante , incluso línea de alimentación compuesta por llave de corte, reductora de presión, filtro de gasóleo, latiguillos de impulsión y retorno, machones e inyector, instalado en caldera, de la siguientes características técnicas: - Marca : ROCA - Modelo : TEC-130LM - Potencia : - Potencia eléctrica : 1,1 KW	UD	1	1.230	1.230
TAPA ARQUETA 40X40 'Tapa de arqueta de 40x40 con marco de fundición incluso medios auxiliares, instalada.	UD	1	52	52

TAPA ARQUETA 70x70 'Tapa de arqueta de 70x70 con marco de fundición incluso medios auxiliares, instalada.	UD	1	36	36
CARGA DE COMBUSTIBLE 'Carga de combustible formada por: -Boca de carga de 3" tipo CAMPSA -Tubería de acero negro DIN 2440 3" -Piezas especiales, pintura y medios auxiliares.	UD	1	240	240
DEPÓSITO GASÓLEO 2000L 'Ud. depósito de combustible de 2000l de capacidad construido según normas CAMPSA incluso servicio de grúa y medios auxiliares completamente instalado.	UD	1	400	400
VENTILACIÓN CORTAFUEGOS 'Ventilación cortafuegos del depósito de combustible formada por pieza de coronación, tubería de acero negro DIN 2440 1 1/2 piezas especiales, soportación, pintura y medios auxiliares completamente instalada.	UD	1	23	23
LINEA DE COMBUSTIBLE 'Línea de combustible realizada en tubería de cobre de 12mm incluso piezas especiales, válvulas de bola 3/8, filtros, electroválvulas y medios auxiliares.	UD	1	56	56
MEDIDOR ELECTRÓNICO COMBUSTIBLE 'Medidor electrónico del nivel de combustible modelo MEV de fabricación ELIAS incluso instalación eléctrica y medios auxiliares, completamente instalado.	UD	1	80	80
GRUPO DE PRESION COMBUSTIBLE 'Grupo de presión de combustible de 300l/h modelo HB250 de fabricación LASTER incluso medios auxiliares, completamente instalado.	UD	1	147	147
BOMBA LM 80160 'Bomba para circuito primario de caldera con un caudal de 32.8M3/H y una altura manométrica de 8.4mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LM 80/160 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	2	250	500
BOMBA LM 80125 Bomba para circuito secundario de ACS con un caudal de 28 M3/H y una altura manométrica de 8 mca Marca: GRUNDFOS Modelo: LM80/125 Incluso medios auxiliares completamente instalada.	UD	8	240	1.920
Retencion DN-150 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-150, PN-10.Instalada.	UD	9	45	405
Retencion DN-125 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-125, PN-10.Instalada.	UD	4	37	148
Retencion DN-80 'Válvula de retención de doble clapeta, formada por cuerpo de fundición gris, eje y muelle de acero inoxidable, platos de bronce, asiento de EPDM, con juntas planas de goma para las bridas, DN-80, PN-10.Instalada.	UD	16	32	512

DN-150 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-150, PN-10. Instalada.	UD	10	45	450
DN-125 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-125, PN-10. Instalada.	UD	4	43	172
DN-100 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-100, PN-10. Instalada.	UD	37	35	1.295
DN-80 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-80, PN-10. Instalada.	UD	32	28	896
DN 50 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-50, PN16. Instalada.	UD	8	27	216
Válvula de seguridad 'Válvula de seguridad de diámetro DN-50, instalada según descripción en planos, incluso conducción a desagüe.	UD	6	27	162
DN 32 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-32, PN16. Instalada.	UD	2	25	50
Termometro 0-60 'Termómetro de ley, con escala de 0-60°, con vaina de 1/2" para insertar en tubería, instalado según esquemas y planos.	UD	58	12	696
MANOMETRO 0.10KG 'Manómetro glicerina con escala de 0 a 10 kg/cm2 incluso p.p. de accesorios de montaje y conxionado a tubería completamente instalado.	UD	32	15	480
vaso 600 l 'Vaso de expansión cerrado de 600 l , cuerpo de acero y con membrana elástica recambiable. Instalado	UD	2	230	460
Deposito 5000 l' Depósito acumulador de ACS, de 5.000 l de capacidad, construido en acero inoxidable AISI 316, tipo horizontal con pies de apoyo, con tapa registro para limpieza interior, 2 tomas embridadas de 3", 2 conexiones de 110 y 4 tomas de 1/2".	UD	4	3.200	12.800
IP 750 KW 'Intercambiador de calor de placas desmontables con Bastidor construido en acero al carbono con pintura epoxy y placas de acero inoxidable AISI 316, juntas de NBR - Clip-on, de las siguientes características técnicas: - Marca : ALFA-LAVAL - Potencia térmica : 750 KW - Tp E/S : 50/45 - Ts E/S : 10/50	UD	4	4.200	16.800

IP 520KW Intercambiador de calor de placas desmontables con Bastidor construido en acero al carbono con pintura epoxy y placas de acero inoxidable AISI 316, juntas de NBR - Clip-on, de las siguientes características técnicas: - Marca : ALFA-LAVAL - Potencia térmica : 520 KW- Tªp E/S : 90/70 - Tªs E/S : 50/70	UD	4	3.200	12.800
INSTALACIÓN DE TUBERÍA SALA DE C 'Instalación de tubería en sala de calderas para interconexionado de todos los elementos de la misma, calderas, depósitos , intercambiadores, etc.Incluso accesorios electrosoldados y elementos de soportación y montaje	UD	1	500	500
AISLAMIENTO SALA DE CALDERAS 'Aislamiento de tubería en sala de calderas constituido por coquilla de fibra de vidrio de espesor 50 mm y terminada en aluminio de espesor 0.6mm, incluso aislamiento de los depósitos de ACS ejecutado del mismo modo. Completamente instalado.	UD	1	423	423
Chimenea INOX 400 'Chimenea de acero inoxidable de doble pared con aislamiento intermedio de diámetro 400mm de fabricación DINAK, incluso p.p. de piezas especiales y accesorios de soportación y montaje,medios auxiliares. Completamente instalado.	MI	72	25	1.800
			total	77.749

<b>7.4. CLIMATIZADORES Y FAN COILS</b>				
FCXP32 'Fan-coil de techo sin envoltente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FCXP32 - Caudal max.: 450 m3/h - Presión disponible: 30 Pa - Potencia frigorífica max.: 2064 F/H - Potencia Calorífica max: 2924 kcal/h - Potencia eléctrica: 0.155 KW	UD	96	1.230	118.080

<p>FCXP42</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FCXP42</li> <li>- Caudal max.: 600 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 30 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 2924 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 3440 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.155 KW</li> </ul>	UD	4	1.340	5.360
<p>FCXP62</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FCXP62</li> <li>- Caudal max.: 920 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 30 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 4455 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 6020 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.155 KW</li> </ul>	UD	105	1.426	149.730
<p>FCXP102</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FCXP102</li> <li>- Caudal max.: 1300 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 30 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 6553 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 8600 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.155 KW</li> </ul>	UD	8	1.500	12.000



<p>FP9</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP9</li> <li>- Caudal max.: 810 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 3345 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 4315 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	9	1.436	12.924
<p>FP11</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP11</li> <li>- Caudal max.: 1000 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 4747 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 6100 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	3	1.245	3.735
<p>FP17</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP17</li> <li>- Caudal max.: 1400 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 6286 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 8100 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	63	1.620	102.060

<p>FP20</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP20</li> <li>- Caudal max.: 1500 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 8006 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 10080 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	50	1.583	79.150
<p>FP26</p> <p>'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : AIRLAN</li> <li>- Modelo : FP26</li> <li>- Caudal max.: 1700 m3/h</li> <li>- Presión disponible: 60 Pa</li> <li>- Potencia frigorífica max.: 11266 F/H</li> <li>- Potencia Calorífica max: 13800 kcal/h</li> <li>- Potencia eléctrica: 0.255 KW</li> </ul>	UD	15	1.723	25.845
<p>CL-01</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-01 COMEDOR</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2020/3</li> <li>- Sección de ventilador de retorno Caudal: 16.000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 4 KW</li> <li>- Sección de Free-cooling con compuertas para mando automático.</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor, construida con tubos de cobre y aletas de aluminio. Potencia frigorífica : 186KW</li> <li>- Sección de ventilador de impulsión Caudal: 16000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 5.5 KW</li> </ul>	UD	1	2.700	2.700

<p>CL-02</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-02 Restaurante</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2012/1</li> <li>- Sección de ventilador de retorno</li> </ul> <p>Caudal: 6.000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 1.5 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de Free-cooling con compuertas para mando automático.</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor, construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 45KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 6000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 2.2 KW</p>	UD	1	2.800	2.800
<p>CL-03</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo baja silueta construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-03 Salón usos múltiples 1</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : BS-12/3</li> <li>- Sección de ventilador de retorno</li> </ul> <p>Caudal:11200 m3/h Ped:250 Pa Potencia: 3 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de Free-cooling con compuertas para mando automático.</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica :128KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 11200 m3/h Ped: 250 Pa Potencia : 4 KW</p>	UD	1	2.900	2.900

<p>CL-04</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo baja silueta construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-04 Salón de usos múltiples 2</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : BS-12/3</li> <li>- Sección de ventilador de retorno</li> </ul> <p>Caudal:10000 m3/h Ped:250 Pa</p> <p>Potencia: 2.2 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de Free-cooling con compuertas para mando automático.</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica :112KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 10000 m3/h Ped: 250 Pa</p> <p>Potencia : 4 KW</p>	UD	1	2.750	2.750
<p>CL-05</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo baja silueta construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-05 Sala Polivalente</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : BS-9/1</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 48 KW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 5.250 m3/h Ped: 200 Pa</p> <p>Potencia : 2,2 KW</p>	UD	1	2.560	2.560

<p>CL-AP-A</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-AP-A Aire primario circuito A</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2015/2</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 66.6 KW Tª e/s : 10/15°</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 8.000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 2.2 KW</p>	UD	1	2.530	2.530
<p>CL-AP-B</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-AP-B Aire primario circuito B</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2015/2</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 64 KW Tª e/s : 10/15°</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de ventilador de impulsión</li> </ul> <p>Caudal: 7700 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 2.2 KW</p>	UD	1	2.486	2.486
<p>CL-AP-C</p> <p>'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Denominación : CL-AP-C Aire primario circuito C</li> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : CL-2012/1</li> <li>- Sección de entrada de aire</li> <li>- Sección de fitros standard (EU-3)</li> <li>- Sección de batería de frío/calor , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.</li> </ul> <p>Potencia frigorífica : 52 KW</p>	UD	1	2.368	2.368

- Sección de ventilador de impulsión Caudal: 6200 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 2.2 KW				
CL-AP-D 'Unidad de tratamiento de aire tipo horizontal construida en chapa de acero galvanizado con bastidor autoportante constituido por perfiles de aluminio de gran rigidez, perfectamente estanca con juntas de caucho resistente al envejecimiento, aislamiento térmico y acústico de 25 mm de espesor, protegida con chapa al interior y pintada, completa de soportes antivibratorios y lona flexible en el entronque con los conductos de aire, compuesta por las siguientes características y secciones : - Denominación : CL-AP-D Aire primario circuito D - Marca : TERMOVEN - Modelo : CL-2012/1 - Sección de entrada de aire - Sección de filtros standard (EU-3) - Sección de batería de frío/calor , construida con tubos de cobre y aletas de aluminio. Potencia frigorífica : 42 KW - Sección de ventilador de impulsión Caudal: 5000 m3/h Ped: 300 Pa Potencia : 1.5 KW	UD	1	2.541	2.541
FAN COIL CASSETTE CWC600-45 'Fan coil de tipo cassette par encastrar en falso techo de tipo modular con placas de 600x600 de las siguientes características: Marca:AIRLAN Modelo:CWC600-45 Potencia Frigorífica 4.16 KW Potencia Calorífica 4.8 KW Caudal: 623 M3/H Ubicaciones: FC02, FC03, FC04, FC05, FC06, FC07, FC08, FC09, FC13 (Planta baja) FC01,FC02,FC03,FC04, Y FC05 (Planta primera oficinas). Incluso panel embellecedor dotado con rejilla de retorno central y álabes deflectores de salida de aire en 4 vías; latiguillos de conexión a tubería y bandeja de condensados aislada.	UD	14	923	12.922

FAN COIL CASSETTE CWC600-25 'Fan coil de tipo cassette par encastrar en falso techo de tipo modular con placas de 600x600 de las siguientes características: Marca:AIRLAN Modelo:CWC600-25 Potencia Frigorífica 2.45 KW Potencia Calorífica 3.2 KW Caudal: 526 M3/H Ubicaciones: FC12 (planta baja). Incluso panel embellecedor dotado con rejilla de retorno central y álabes deflectores de salida de aire en 4 vías; latiguillos de conexión a tubería y bandeja de condensados aislada.	UD	1	825	825
FP20 'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FP20 - Caudal max.: 1500 m3/h - Presión disponible: 60 Pa - Potencia frigorífica max.: 8006 F/H - Potencia Calorífica max: 10080 kcal/h - Potencia eléctrica: 0.255 KW	UD	2	1.263	2.526
FP26 'Fan-coil de techo sin envolvente tipo apartamento, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías, de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FP26 - Caudal max.: 1700 m3/h - Presión disponible: 60 Pa - Potencia frigorífica max.: 11266 F/H - Potencia Calorífica max: 13800 kcal/h - Potencia eléctrica: 0.255 KW	UD	1	1.568	1.568
TERMOSTATO FAN COIL 'Termostato de ambiente para fan coil dotado con control de velocidades de ventilador, marcha/paro, selector invierno/verano y selector de temperatura, incluso p.p. de accesorios de conexionado y cableado. Completamente instalado.	UD	370	230	85.100
VALVULA 3V T/N 1" 'Válvula de 3vías motorizada todo/nada con servomotor 220v. Cuerpo fabricado en bronce y racores de conexión de diámetro 1".Incluso p.p. de accesorios de conexionado eléctrico e hidráulico. Completamente instalada.	UD	75	49	3.675
VALVULA 3V T/N 3/4" 'Válvula de 3vías motorizada todo/nada con servomotor 220v. Cuerpo fabricado en bronce y racores de conexión de diámetro 3/4".Incluso p.p. de accesorios de conexionado eléctrico e hidráulico.	UD	89	85	7.565



Completamente instalada.				
VALVULA 3V T/N 1/2" 'Válvula de 3vias motorizada todo/nada con servomotor 220v. Cuerpo fabricado en bronce y racores de conexión de diámetro 1/2".Incluso p.p. de accesorios de conexionado eléctrico e hidráulico. Completamente instalada.	UD	226	129	29.154
FAN COIL PARED FCXA102 'Fan-coil de techo/pared con envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías y termostato y mando de velocidades incorporado., de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FCXA102 - Caudal max.: 1300 m3/h - Potencia frigorífica max.: 6553 F/H - Potencia Calorífica max: 8600 kcal/h - Potencia eléctrica: 0.155 KW	UD	2	965	1.930
FAN COIL PARED FCXA62 'Fan-coil de pared con envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías y termostato y mando de velocidades incorporado., de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FCXA62 - Caudal max.: 920 m3/h - Potencia frigorífica max.: 4455 F/H - Potencia Calorífica max: 6020 kcal/h - Potencia eléctrica: 0.155 KW	UD	16	1.765	28.240
FAN COIL PARED FCXA32 'Fan-coil de pared con envolvente, fabricado en chapa de acero galvanizada, forrada en su interior con lana de vidrio como elemento termoacústico, con batería de tubos de cobre y aletas de aluminio, bandeja de condensación debidamente impermeabilizada, ventilador centrífugo de doble oído con rodete de PVC, con motor monofásico potenciado, directamente acoplado, de tres velocidades; filtro con bastidor metálico(EU-2), flejes de fijación, y manta de fibra acrílica; incluso latiguillos de conexión a las tuberías y termostato y mando de velocidades incorporado., de las siguientes características técnicas: - Marca : AIRLAN - Modelo : FCXA32 - Caudal max.: 450 m3/h - Potencia frigorífica max.: 2064 F/H - Potencia Calorífica max: 2924 kcal/h	UD	2	1.865	3.730

- Potencia eléctrica: 0.155 KW				
<p>TVE-7 1.800 m3/h 200Pa</p> <p>'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : TVE-7</li> <li>- Caudal : 1.800 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 200 Pa</li> <li>- Potencia : 0,37 KW</li> </ul> <p>Referencia EX01 sótano</p>	UD	1	1.759	1.759
<p>TVE-9 3.120 m3/h 150Pa</p> <p>'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : TERMOVEN</li> <li>- Modelo : TVE-9</li> <li>- Caudal : 3.120 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 150 Pa</li> <li>- Potencia : 0,55 KW</li> </ul> <p>Referencia EX02 SÓTANO</p>	UD	1	765	765
<p>TD-500/150 300 m3/h 150Pa</p> <p>'Extractor tubular helicocentrífugo para extracción o ventilación para conducto y motor de dos velocidades de las siguientes características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marca : S&amp;P</li> <li>- Modelo : TD-500/150</li> <li>- Caudal : 300 M3/h</li> <li>- Presión disponible : 150 Pa</li> <li>- Potencia : 0,07 KW</li> </ul> <p>Referencia EX03 SÓTANO</p>	UD	1	150	150

TD-800/200 480 m3/h 150Pa 'Extractor tubular helicocentrífugo para extracción o ventilación para conducto y motor de dos velocidades de las siguientes características técnicas: - Marca : S&P - Modelo : TD-800/200 - Caudal : 480 M3/h - Presión disponible : 150 Pa - Potencia : 0,08 KW Referencia EX 02-03-07 PLANTA BAJA	UD	3	162	486
TVE-7 1.000 m3/h 150Pa 'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas: - Marca : TERMOVEN - Modelo : TVE-7 - Caudal : 1.000 M3/h - Presión disponible : 150 Pa - Potencia : 0,25 KW Referencia EX-08 PLANTA BAJA	UD	1	135	135
TVE-7 1.400 m3/h 150Pa 'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas: - Marca : TERMOVEN - Modelo : TVE-7 - Caudal : 1.400 M3/h - Presión disponible : 200 Pa - Potencia : 0,25 KW Referencia EX 01-04-05 PLANTA BAJA	UD	3	265	795
TVE-12 5.200 m3/h 200Pa 'Unidad de ventilación formada por ventilador centrífugo de doble oído, alojado en cajón construido con paneles de chapa galvanizada y armadura de perfil metálico, aislada acústicamente en todo su interior y perfectamente estanca, con motor a transmisión por correas y poleas al ventilador; montada sobre bancada flotante, con lona flexible en el entronque con los conductos y compuerta de regulación en la aspiración, de las siguientes características técnicas: - Marca : TERMOVEN - Modelo : TVE-12 - Caudal : 5.200 M3/h - Presión disponible : 200 Pa - Potencia : 1,1 KW Referencia EX09 PLANTA BAJA	UD	1	256	256
			total	714.100

<b>7.5. CONDUCTOS Y DIFUSIÓN</b>				
<b>Conducto chapa</b> 'Conducto rectangular realizado en chapa de acero galvanizado, de espesor de pared comprendido entre 0,8 y 1,2 mm, para los conductos de distribución de aire en las dimensiones indicadas en planos, a instalar en cubierta (conductos generales de aire primario) totalmente ensamblados, reforzados y soportados segun normas UNE. Incluso aislamiento interior a base de manta de espuma elastomérica de espesor 10mm.	M2	792	25	19.800
<b>CLIMAVAR PLUS</b> 'Conducto rectangular construido con paneles de alta densidad de fibra de vidrio, con revestimiento exterior de aluminio, Kraft y malla de refuerzo; revestimiento interior con superficie lisa de aluminio y Kraft, incluso parte proporcional de soportación, para los conductos de distribución de aire en las dimensiones indicadas en planos, totalmente ensamblados, reforzados y soportados segun normas UNE.	M2	3.336	24	80.064
<b>flexible aislado 200</b> 'Tubo flexible de aluminio aislado de diámetro 200mm, incluso aros contruados en chapa galvanizada para conexión al conducto y plenum mediante abrazadera de nylon, instalado.	MI	140	16	2.240
<b>flexible aislado 100</b> 'Tubo flexible de aluminio aislado de diámetro 100mm, incluso aros contruados en chapa galvanizada para conexión al conducto y plenum mediante abrazadera de nylon, instalado.	MI	160	45	7.200
<b>Rejilla D/D c/r 315 800x200</b> 'Rejilla de doble deflexión, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 800x200.Instalada	UD	16	36	576
<b>Rejilla D/D c/r 315 500x200</b> 'Rejilla de doble deflexión, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 500x200.Instalada	UD	480	37	17.760
<b>Rejilla 45° c/r 805 800x200</b> 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 800x200.Instalada	UD	21	48	1.008
<b>Rejilla 45° c/r 805 600x200</b> 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 600x200.Instalada	UD	58	56	3.248
<b>Rejilla 45° c/r 805 500x200</b> 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 500x200.Instalada	UD	480	48	23.040
<b>Rejilla 45° c/r 805 400x200</b> 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 400x200.Instalada	UD	5	47	235
<b>Rejilla 45° c/r 805 300x100</b> 'Rejilla de lamas fijas a 45° con marco frontal y lamas a 0°, realizada en aluminio anodizado, con compuerta de regulación de caudal y marco de montaje, marca AIRSUM, de dimensiones 300x100.Instalada	UD	11	36	396

rotacional DQJ-600 'Difusor rotacional , construido en acero galvanizado lacado en blanco RAL9010, piezas móviles de ABS en negro mate, caja de conexión en acero galvanizado y regulación en acero galvanizado con eje de acero cincado sobre cojinetes de nylon,con regulación y puente de montaje,tipo DQJ-600/SAK , marca SCHAKO Instalado.	UD	58	67	3.886
difusor lineal 1vía 'Difusor lineal de 1 vía, construido en aluminio anodizado y plenum en chapa galvanizada, con lamas de doble función, con puentes de montaje y parejas de remate, modelo DSC1000 marca SHACKO. Instalado.	MI	63	59	3.717
Boca diámetro 100 'Boca de ventilación para aseos , construida en plástico de diámetro 100. Instalada.	UD	32	15	480
TAE 400X200 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 400X200.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	3	26	78
TAE 400X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 400x400. Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	8	28	224
TAE 500X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 500X400.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	2	36	72
TAE 600X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 600X400.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	2	38	76
TAE 700X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 700X400.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	2	41	82
TAE 1000X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 100X400.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	6	43	258
TAE 1200X400 'Rejilla tipo TAE para toma y salida de aire exterior fabricada en alumnio anodizado y dotada con lamas antilluvia y malla antipájaros de dimensiones 1200X400.Incluso accesorios de soportación y montaje y medios auxiliares completamente instalada.	UD	2	46	92
CCF 300x200 'Compuerta cortafuegos marca TROX, de la serie FKA-3 en chapa de acero galvanizado, resistencia al fuego R-120 según UNE 23-802-79 en todas sus dimensiones y estanca al humo según DIN 4102 incluso con humo frio, con dos finales de carrera y fusible termoelectrico tarado a 72°C de dimensiones 300x200. Instalada.	UD	177	39	6.903
COMPUERTA REGULACIÓN 200X100 'Compuerta de regulación de caudal de aire fabricada en aluminio anodizado accionamiento mediante tornillo para acoplamiento a conducto. De dimensiones 200x100. Incluso p.p. de accesorios de montaje y medios auxiliares.	UD	351	25	8.775

			<b>total</b>	180.210
--	--	--	--------------	---------

<b>7.6. TUBERÍAS , VALVULERÍA Y AISLAMIENTO</b>				
Tubo acero negro 6" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 6" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	228	8	1.824
Tubo acero negro 5" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 5" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	282	8	2.115
Tubo acero negro 4" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 4" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	348	6	2.088
Tubo acero negro 3" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 3" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	709	5	3.545
Tubo acero negro 2 1/2" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 2 1/2" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	144	4	576
Tubo acero negro 2" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 2" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	410	4	1.435
Tubo acero negro 1 1/2" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 1 1/2" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	288	4	1.037
Tubo acero negro 1 1/4" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 1 1/4" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	1.379	3	4.413
Tubo acero negro 1" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 1" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	912	3	2.554
Tubo acero negro 3/4" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 3/4" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa imprimación, señalización y pruebas.	MI	906	3	2.356
Tubo acero negro 1/2" 'Tubo de acero negro soldado, DIN-2440 de 1/2" de diámetro, incluso parte proporcional de dilatadores, pasamuros, soportes, soldaduras y todo tipo de accesorios necesarios para su montaje, pintura previa	MI	1.038	2	2.491

imprimación, señalización y pruebas.				
coquilla DN150 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 169mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	132	15	1.980
coquilla DN125 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 140mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	169	13	2.197
coquilla DN100 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 114mm y espesor de 40mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	214	13	2.675
coquilla DN80 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 89mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	613	11	6.743
coquilla DN65 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 76mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	80	10	768
coquilla DN50 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 60mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	40	8	332
coquilla DN40 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 48mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	15	8	120
coquilla DN32 'Coquilla de lana de vidrio dispuesta concéntricamente y aglomerada con ligantes sintéticos, tipo "cubretuberías", de diámetro interior 42mm y espesor de 30mm; recubierta con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.Instalada y sellada con cinta autoadhesiva de aluminio.	MI	30	8	228
Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03. 'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex AF-36/160, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	96	7	672
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex AF-36/127, instalado y sellado con adhesivo	MI	113	6	678



apropiado.				
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex AF-36/114, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	134	5	670
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-89, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	96	7	672
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-76, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	54	4	216
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-60, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	395	5	1.778
Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-48, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	1.349	5	6.475
Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex R-42, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	1349	5	6.340
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex M-28, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	912	5	4.469
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex M-20, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	906	6	5.074
'Aislamiento de espuma elastomérica, conforme a RITE(Apéndice 03.1), tipo Armaflex M-15, instalado y sellado con adhesivo apropiado.	MI	1.038	4	4.360
T&A STAFF DN80 'Válvula de equilibrio embridada TOUR-ANDERSSON, con volante digital, interior en AMETAL, tomas de presión y sombrerete embridado, equipada de bridas, contrabridas, tornillos, juntas y demás accesorios de montaje, modelo STAF-80, PN-16. Instalada y regulada.	UD	5	126	630
T&A STAFF DN65 'Válvula de equilibrio embridada TOUR-ANDERSSON, con volante digital, interior en AMETAL, tomas de presión y sombrerete embridado, equipada de bridas, contrabridas, tornillos, juntas y demás accesorios de montaje, modelo STAF-65, PN-16. Instalada y regulada.	UD	3	123	369
T&A STAD DN50 'Válvula de equilibrio roscada TOUR-ANDERSSON, fabricada en AMETAL, con preajuste de caudal, tomas de presión y dispositivo de vaciado, modelo STAD-50, PN-16. Instalada y regulada.	UD	20	110	2.200
T&A STAD DN40 'Válvula de equilibrio roscada TOUR-ANDERSSON, fabricada en AMETAL, con preajuste de caudal, tomas de presión y dispositivo de vaciado, modelo STAD-40, PN-16. Instalada y regulada.	UD	1	82	82
T&A STAD DN32 'Válvula de equilibrio roscada TOUR-ANDERSSON, fabricada en AMETAL, con preajuste de caudal, tomas de presión y dispositivo de vaciado, modelo STAD-32, PN-16. Instalada y regulada.	UD	13	70	910

DN 32 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-32, PN16. Instalada.	UD	155	25	3.875
DN 25 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-25, PN16. Instalada.	UD	182	24	4.368
DN 20 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-20, PN16. Instalada.	UD	192	21	4.032
DN 15 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-15, PN16. Instalada.	UD	236	15	3.540
DN 50 'Válvula de interrupción, tipo de bola roscada, formada por cuerpo de latón cromado con asiento de teflón, DN-50, PN16. Instalada.	UD	10	35	350
DN-80 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-80, PN-10. Instalada.	UD	10	38	380
DN-100 'Válvula de interrupción , tipo mariposa, formada por cuerpo de hierro fundido, anillo de etileno-propileno, disco de hierro fundido, palanca de gatillo, equipada con bridas, tornillos y junta, DN-100, PN-10. Instalada.	UD	5	42	210
DESAGÜE FAN COIL 'Desagüe de Fan Coil formado por tubo de PVC de tipo sanitario de diámetro 32mm, incluso conexión a bajante más próxima mediante elementos adecuados, pegamento y accesorios de soportación y montaje. Completamente instalado.	UD	2	24	48
			total	91.873

<b>7.7. SISTEMA COLECTORES SOLARES</b>				
solaria 2,4 AL S8	UD	320	700	224.000
deposito acumulacion solar acuvix 5000 inox	UD	13	6.000	78.000
intercambiador comeval modelo S4A-48TL	UD	2	2.600	5.200
material vario	UD	1	23.000	23.000
			total	307.200

<b>7.8. PARTIDA SEGURIDAD Y SALUD</b>				
CARTEL INDICAT. SEGURIDAD SIN SOP.	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Cartel indicativo de seguridad de 1x0,70 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.		20	21	420
EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equiposeléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla.		10	300	3.000
CASCO DE SEGURIDAD	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Casco de seguridad con desudador, homologado CE		30	52	1.560
PANT. SEGURID. PARA SOLDADURA	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Pantalla de seguridad para soldadura con fijación en cabeza, homologada CE.		3	70	210
GAFAS ANTIPOLVO	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.		50	12	600
RESPIRADOR BUCO NASAL DOBLE	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Respirador buconasal doble en silicona, sin filtros, homologada CE.		70	5	329
FILTRO RESPI. BUCONASAL POLVO	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Filtro 100 cc recambio respirador buconasal doble, contra partículas de polvo 100 P3, homologada CE.		20	12	240
PROTECTORES AUDITIVOS VERST.	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Protectores auditivos tipo orejera versatil, homologado CE.		125	5	625
CINTURÓN SEGURIDAD CLASE A	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones.		30	36	1.080
MONO DE TRABAJO	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Mono de trabajo, homologado CE.		50	12	600
MANDIL SOLDADOR SERRAJE	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Mandil de serraje para soldador grado A, 60x90 cm. homologado CE.		12	34	408
PAR GUANTES NEOPRENO	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Par de neopreno 100% , homologado CE.		50	12	600
PAR GUANTES LONA/SERRAJE	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot
Par de guantes de lona/serraje tipo americano primera calidad, homologado CE.		50	13	650
PAR GUANTES SOLDADOR 34 cm.	Ud.	Cant.	P. Unit	P. Tot

Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.		15	11	165
<b>PAR MANGUITOS SOLDADOR H.</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Par de manguitos para soldador al hombro serraje grado A, homologado CE.		4	23	92
<b>PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Par de botas de agua monocolor con suela antideslizante de seguridad, homologadas CE.		50	28	1.400
<b>PAR BOTAS SEGUR. PUNT. SERRAJE</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.		50	32	1.600
<b>PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.		50	24	1.200
<b>PAR POLAINAS SOLDADOR</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE		6	23	138
<b>BANCO POLIPROPILENO 5 PERSONAS</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos, colocado.		5	76	380
<b>TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada.		50	70	3.500
<b>DEPÓSITO DE BASURAS DE 500L</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Deposito de basuras de 500 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado.		30	42	1.260
<b>EQUIPO LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
peon	h	320	12	3.840
<b>BOTIQUÍN DE OBRA</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Botiquín de obra instalado.		10	60	600
<b>REPOSICIÓN DEL BOTIQUÍN</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Reposición de material de botiquín de obra.		10	32	320
<b>RECONOCIMIENTO MÉDICO</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Reconocimiento médico obligatorio		50	65	3.250
<b>FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado	h	10	25	250
<b>COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>Ud.</b>	<b>Cant.</b>	<b>P. Unit</b>	<b>P. Tot</b>
Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión de 1h como mínimo a la semana durante 3 meses.	h	1	70	70
			<b>total</b>	<b>27.787,00 €</b>

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.999.761 €</b>
13% GASTOS GENERALES	259.968,93 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	119.985,66 €
<b>IMPORTE DE EJECUCIÓN</b>	<b>2379715,59 €</b>
21% IVA	499740,27 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>2879455,86 €</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>2879455,86 €</b>

**TÍTULO: DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE  
CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL  
VACACIONAL DE 345 HABITACIONES**

---

## **ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2016**

**AUTOR: CELESTINO JUAN LÓPEZ MONTERO**

Fdo.: Celestino Juan López Montero

**INDICE:**

8.1. MEMORIA.....	9
8.1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	9
8.1.2. DATOS GENERALES DEL TRABAJO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	9
8.1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	10
8.1.4. CONDICIONES DEL LUGAR EN QUE SE VA A CONSTRUIR Y DATOS DE INTERÉS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA. 13	
8.1.4.1. LA EFICACIA PREVENTIVA PERSEGUIDA POR EL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	14
8.1.4.2. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR EN EL QUE SE VA A REALIZAR LA OBRA.....	14
8.1.4.3. DESCRIPCIÓN DE LA CLIMATOLOGÍA DEL LUGAR. ....	15
8.1.4.4. TRÁFICO RODADO Y ACCESOS. ....	15
8.1.4.5. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA. ....	15
8.1.4.5.1. Andamios. ....	15
8.1.4.5.2. Escaleras de mano.....	16
8.1.4.5.3. Puntales metálicos. ....	16
8.1.4.6. MAQUINARIA PREVISTA PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA. ....	16
8.1.4.6.1. Camión de transporte de materiales. ....	17
8.1.4.6.2. Camión grúa. ....	17
8.1.4.6.3. Carretilla elevadora mecánica autodesplazable. ....	17
8.1.4.6.4. Compresor.....	17
8.1.4.6.5. Máquinas herramienta en general (radiales-cizallascortadoras y similares).....	18
8.1.4.6.6. Martillo neumático (rompedores-taladradores para bulones).....	18
8.1.4.6.7. Mesa de sierra circular para material cerámico.....	18
8.1.4.6.8. Montacargas.....	19
8.1.4.6.9. Soldadura con arco eléctrico (soldadura eléctrica).....	19
8.1.4.6.10. Soldadura oxiacetilénica y oxicorte.....	19
8.1.4.6.11. Taladro eléctrico portátil.....	20
8.1.5. UNIDADES DE OBRA QUE INTERESAN A LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. ....	20
8.1.6. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS.....	21
8.1.7. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE INCENDIOS DE LA OBRA. ....	49
8.2. PLANOS.....	50
8.2.1. EVACUACIÓN DE EMERGENCIA AL HOSPITAL MÁS CERCANO.....	50
8.3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	53
8.3.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES. ....	53



8.3.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	53
8.3.1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	53
8.3.1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS. ....	53
8.3.1.4. DEFINICIONES Y FUNCIONES DE LAS FIGURAS PARTICIPANTES EN EL PROCESO. .	54
8.3.1.4.1. Promotor.....	54
8.3.1.4.2. Proyectista.....	56
8.3.1.4.3. Contratista.....	57
8.3.1.4.4. Subcontratista. ....	58
8.3.1.4.5. Dirección facultativa.....	60
8.3.1.4.6. El coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo.....	61
8.3.1.4.7. El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. .....	63
8.3.1.4.8. En general.....	65
8.3.1.4.9. Objetivos. ....	66
8.3.2. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS A CUMPLIR POR TODOS LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.....	67
8.3.2.1. CONDICIONES GENERALES.....	67
8.3.2.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN Y USO DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS.....	70
8.3.3. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	71
8.3.3.1. CONDICIONES GENERALES.....	71
8.3.3.2. CONDICIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE CADA EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL, JUNTO CON LAS NORMAS PARA LA UTILIZACIÓN DE ESTOS EQUIPOS. ....	72
8.3.4. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA.....	73
8.3.4.1. SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS EN EL TRABAJO.....	73
8.3.4.1.1. Descripción técnica. ....	73
8.3.4.1.2. Normas para el montaje de las señales. ....	74
8.3.4.1.3. Normas de seguridad de obligado cumplimiento por los montadores de la señalización vial.....	74
8.3.5. DETECCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS RIESGOS HIGIÉNICOS. ....	76
8.3.6. SISTEMA APLICADOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN SOBRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS POR EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	77
8.3.6.1. RESPECTO A LA PROTECCIÓN COLECTIVA.....	77
8.3.6.2. RESPECTO A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	78
8.3.6.3. RESPECTO A OTROS ASUNTOS. ....	78
8.3.7. LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA. ....	79

8.3.7.1. LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS DELEGADOS DE PREVENCIÓN.....	79
8.3.7.2. LEGISLACIÓN APLICABLE AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	80
8.3.7.3. LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	80
8.3.8. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	80
8.3.9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y ÁREAS AUXILIARES DE EMPRESA. ....	82
8.3.9.1. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES CON MÓDULOS PREFABRICADOS COMERCIALIZADOS METÁLICOS. ....	82
8.3.9.1.1. Materiales. ....	82
8.3.9.1.2. Instalaciones.....	83
8.3.10. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LA OBRA. ....	83
8.3.10.1. EXTINTORES DE INCENDIOS. ....	84
8.3.10.2. MANTENIMIENTO DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS.....	85
8.3.10.3. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y USO DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS. ....	85
8.3.10.3.1. Normas para uso del extintor de incendios. ....	86
8.3.11. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....	86
8.3.11.1. CRONOGRAMA FORMATIVO. ....	86
8.3.12. MANTENIMIENTO, CAMBIOS DE POSICIÓN, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA Y DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	87
8.3.13. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL. ....	88
8.3.13.1. ACCIONES A SEGUIR. ....	88
8.3.13.2. ITINERARIO MÁS ADECUADO A SEGUIR DURANTE LAS POSIBLES EVACUACIONES DE ACCIDENTADOS.....	90
8.3.13.3. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL. ....	90
8.3.13.3.1. Accidentes de tipo leve. ....	91
8.3.13.3.2. Accidentes de tipo grave.....	91
8.3.13.3.3. Accidentes mortales.....	91
8.3.13.4. ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL. ....	92
8.3.13.5. MALETÍN BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS. ....	92
8.3.14. CONTROL DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	93
8.3.15. PERFILES HUMANOS DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN.....	94
8.3.15.1. ENCARGADO DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	94
8.3.15.1.1. Perfil del puesto de trabajo de encargado de seguridad. ....	94
8.3.15.1.2. Funciones del encargado de seguridad en la obra:.....	94
8.3.15.1.3. Funciones a realizar por el encargado de seguridad.....	94

8.3.16. NORMAS DE ACEPTACIÓN DE RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN.	95
8.3.17. NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA. ....	96
8.3.17.1. DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE UTILIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.....	96
8.3.18. OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	97
8.3.18.1. OBLIGACIONES LEGALES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS, CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 11 DEL RD ..... 1.627/1997.....	97
8.3.18.2. EL APARTADO 2 DEL ARTÍCULO 42, RESPONSABILIDADES Y SU COMPATIBILIDAD, DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, DICE .....	99
8.3.18.3. EL APARTADO 3 DEL ARTÍCULO 42, RESPONSABILIDADES Y SU COMPATIBILIDAD, DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, DICE .....	100
8.3.18.4. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA CON RELACIÓN AL CONTENIDO DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	101
8.3.18.5. OBLIGACIONES LEGALES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS. ....	106
8.3.19. NORMAS DE MEDICIÓN, VALORACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	113
8.3.19.1. MEDICIONES.....	113
8.3.19.1.1. Forma de medición. ....	113
8.3.19.2. VALORACIONES ECONÓMICAS. ....	114
8.3.19.2.1. Valoraciones.....	114
8.3.19.2.2. Valoraciones de unidades de obra no contenidas o que son erróneas, en este estudio de seguridad y salud.....	114
8.3.19.2.3. Precios contradictorios. ....	114
8.3.19.2.4. Abono de partidas alzadas. ....	114
8.3.19.2.5. Relaciones valoradas.....	115
8.3.19.2.6. Certificaciones.....	115
8.3.19.2.7. Revisión de precios.....	115
8.3.19.2.8. Prevención contratada por administración. ....	115
8.3.20. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS. ....	116
8.3.20.1. TRATAMIENTO DE RESIDUOS.....	116
8.3.21. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	116
8.3.21.1. MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS EXISTENTES EN LOS LUGARES DE TRABAJO.....	117
8.3.22. EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	117

8.3.23. LIBRO DE INCIDENCIAS .....	119
8.3.24. LIBRO DE REGISTRO DE PREVENCIÓN Y COORDINACIÓN.....	120
8.3.24.1. UTILIZACIÓN DEL LIBRO DE REGISTRO DE PREVENCIÓN Y COORDINACIÓN.....	120
8.3.25. CLÁUSULAS PENALIZADORAS.....	120
8.3.25.1. RESCISIÓN DEL CONTRATO. ....	120
8.3.26. CLÁUSULAS CONTRACTUALES APLICABLES A EMPRESAS SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	121
8.3.26.1. EMPRESAS SUBCONTRATISTAS.....	121
8.3.26.2. TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	122
8.3.27. FACULTADES DE LOS TÉCNICOS FACULTATIVOS. ....	122
8.3.27.1. INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	123
8.3.27.2. INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO APROBADO. ....	123
8.3.28. AVISO PREVIO.....	123
8.3.29. PREVISIÓN DE PRESENCIAS DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD, PARA APOYO Y ASESORAMIENTO VOLUNTARIO AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA. ....	124
8.4. ANEXO.....	124
8.4.1. CABLES FIJADORES PARA CINTURONES DE SEGURIDAD. ....	124
8.4.1.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA. ....	124
8.4.1.2. CALIDAD. ....	124
8.4.1.3. CABLES. ....	125
8.4.1.4. LAZOS. ....	125
8.4.1.5. GANCHOS. ....	125
8.4.1.6. DISPOSICIÓN EN OBRA. ....	125
8.4.2. ANCLAJES ESPECIALES PARA AMARRE DE CINTURONES DE SEGURIDAD.....	125
8.4.2.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA. ....	125
8.4.2.2. CALIDAD. ....	126
8.4.2.3. ANCLAJES. ....	126
8.4.2.4. DISPOSICIÓN EN OBRA. ....	126
8.4.3. BOTAS DE PVC., IMPERMEABLES. ....	126
8.4.3.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA. ....	126
8.4.3.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	126
8.4.3.3. ÁMBITO DE OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN. ....	127
8.4.4. BOTAS DE SEGURIDAD EN LONETA REFORZADA Y SERRAJE CON SUELA DE GOMA O PVC. ....	127

---

8.4.4.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	127
8.4.4.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.....	128
8.4.4.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	128
8.4.5. CASCOS AURICULARES PROTECTORES AUDITIVOS.....	128
8.4.5.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	129
8.4.5.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.....	129
8.4.5.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	129
8.4.6. CASCO DE SEGURIDAD, CONTRA GOLPES EN LA CABEZA.....	130
8.4.6.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	130
8.4.6.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.....	130
8.4.7. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	131
8.4.8. CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECCIÓN.....	131
8.4.8.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	132
8.4.8.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.....	132
8.4.8.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	132
8.4.9. CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS.....	132
8.4.9.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	132
8.4.9.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	133
8.4.10. FAJA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRESFUERZOS.....	133
8.4.10.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	133
8.4.10.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	133
8.4.11. FILTRO PARA RADIACIONES DE ARCO VOLTAICO, PANTALLAS DE SOLDADOR.....	134
8.4.11.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.....	134
8.4.11.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	135
8.4.12. FILTRO MECÁNICO PARA MASCARILLA CONTRA EL POLVO.....	135
8.4.12.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	135
8.4.12.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	136
8.4.13. GAFAS DE SEGURIDAD CONTRA EL POLVO Y LOS IMPACTOS.....	136
8.4.13.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	136
8.4.13.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.....	137
8.4.13.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	137
8.4.14. GUANTES DE CUERO FLOR Y LONETA.....	137
8.4.14.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	138
8.4.14.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.....	138
8.4.14.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	138
8.4.15. GUANTES DE GOMA O DE “PVC”.....	138

8.4.15.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	138
8.4.15.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	139
8.4.16. TRAJES DE TRABAJO, (MONOS O BUZOS DE ALGODÓN).....	139
8.4.16.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	139
8.4.16.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE. ....	140
8.4.16.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	140
8.5. PRESUPUESTO. ....	140

## **8.1. MEMORIA**

### **8.1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Siendo necesaria la redacción de un trabajo de DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES, situado en la localidad Huelva, es obligación legal la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud integrado. En él se analizan y resuelven los problemas de seguridad y salud en el trabajo.

### **8.1.2. DATOS GENERALES DEL TRABAJO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

- Nombre del promotor de la obra: Universidad de la Coruña.
- Dirección el promotor de la obra: Avda 19 de febrero, S/N 15405 - Ferrol.

- Nombre del trabajo sobre el que se trabaja:

DISEÑO Y CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION YACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES.

- Autor del trabajo básico: Celestino Juan López Montero.
- Autor del Estudio de Seguridad y Salud: Celestino Juan López Montero.
- Presupuesto de ejecución por contrata del trabajo: 2.879455,86 euros.
- Plazo de trabajo para la ejecución de la obra es de: 57 semanas.
- Tipología de la obra a construir: instalaciones de climatización, ventilación y acs de un hotel vacacional.



- Localización de la obra a construir según el trabajo sobre el que se trabaja: Dirección: Calle Dr. Delgado Carrasco, S/N, 21410 Isla Cristina, Huelva GPS: 37.196309 | -7.321304

### **8.1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El autor del Estudio de Seguridad y Salud, al afrontar la tarea de redactar el Estudio de Seguridad y Salud para la obra de las instalaciones de climatización, ventilación y acs de un hotel vacacional situado en la provincia de Huelva en isla cristina, se enfrenta con el problema de definir los riesgos detectables analizando el trabajo y su construcción.

Define además los riesgos reales, que en su día presente la ejecución de la obra, en media de todo un conjunto de circunstancias de difícil concreción, que en sí mismas puede lograr desvirtuar el objetivo fundamental de este trabajo.

Se pretende sobre el trabajo, crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes ni enfermedades profesionales. Definirán las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra, y se confía poder evitar los “accidentes blancos” o sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra al crear situaciones de parada o de estrés en las personas.

Por lo expuesto, es necesaria la concreción de los objetivos de este trabajo técnico que se definen según los siguientes apartados cuyo ordinal de transcripción es indiferente pues se consideran todos de un mismo rango:

- Conocer el trabajo a construir, la tecnología, los medios de trabajo y la organización previstos para la realización de la obra, así como el entorno, condiciones físicas y climatología del lugar donde se debe realizar dicha obra, con el fin de poder identificar y analizar los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo.

- Analizar todas las unidades de obra contenidas en el trabajo a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica.
- Colaborar con el equipo redactor del trabajo para estudiar y adoptar soluciones incluidas y organizativas que eliminen o disminuyan los riesgos.
- Identificar los riesgos evitables proponiendo las medidas para conseguirlo, relacionar aquellos que no se puedan evitar especificando las medidas preventivas y de protección adecuadas para controlarlos y reducirlos, así como describir los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar.
- Diseñar y proponer las líneas preventivas a poner en práctica tras la toma de decisiones, como consecuencia de la tecnología que va a utilizar; es decir: la protección colectiva, equipos de protección individual y normas de conducta segura, a implantar durante todo el proceso de esta construcción. Así como los servicios sanitarios y comunes a utilizar durante todo el proceso de esta construcción.
- Valorar adecuadamente los costes de la prevención e incluir los planos y gráficos necesarios para una adecuada comprensión de la prevención proyectada.
- Servir de base para la elaboración del plan de seguridad y salud por parte del Contratista y formar parte, junto al plan de seguridad y salud y al plan de prevención del mismo, de las herramientas de planificación e implantación de la prevención en la obra.
- Divulgar la prevención proyectada para esta obra en concreto a través del plan de seguridad y salud que elabora el Contratista en su momento

basándose en el presente Estudio de Seguridad y Salud. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso de construcción y se espera que sea capaz por sí misma, de animar a todos los que intervienen en la obra o ponerla en práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración inexcusable y la del Contratista, de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa Contratista, los subcontratistas, los trabajadores autónomos y los trabajadores que en general van a ejecutar la obra; debe llegar a todos ellos, en aquellas partes que les afecten directamente y en su medida.

- Crear un ambiente de salud laboral en la obra, mediante el cual, la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.
- Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase la prevención prevista y se produzca el accidente, de tal forma que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto y aplicado con la máxima celeridad y atención posibles.
- Propiciar una línea formativa-informativa para prevenir los accidentes y por medio de ella, llegar a definir y a aplicar en la obra los métodos correctos de trabajo.
- Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su valoración económica, a cada empresa o autónomos que trabajen en la obra, de tal forma que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud.
- Colaborar a que el trabajo prevea las instrucciones de uso y mantenimiento y las operaciones necesarias e incluir en este Estudio de Seguridad y Salud las previsiones e informaciones útiles para efectuar en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, es decir: de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se realizará una vez conocidas las acciones

necesarias para las operaciones de mantenimiento y conservación tanto de la obra en sí como de sus instalaciones.

El autor del Estudio de Seguridad y Salud declara: que es su voluntad la de identificar los riesgos a evaluar, la eficacia de las protecciones previstas sobre el trabajo y en su consecuencia diseñar cuantos mecanismos preventivos se puedan idear a su buen saber y entendimiento técnico. Dentro de las posibilidades que el mercado de la construcción y los límites económicos permiten. Que se confía en que, si surgiese alguna laguna preventiva el Contratista, a la hora de elaborar el preceptivo plan de seguridad y salud será capaz de detectarla y presentarla para que se la analice en toda su importancia, dándole la mejor solución posible.

Además, se confía en que con los datos que han aportado el promotor y proyectista sobre el perfil exigible al adjudicatario, el contenido de este Estudio de Seguridad y Salud, sea lo más coherente con la tecnología utilizable por la futura Contratista de la obra con la intención de que el plan de seguridad y salud que elabore se encaje técnica y económicamente sin diferencias notables con este trabajo.

Es obligación del Contratista disponer los recursos materiales, económicos, humanos y de formación necesarios para conseguir que el proceso de producción, de construcción de esta obra sea seguro. Este estudio ha de ser un elemento fundamental que ayude al Contratista para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ella influir de manera decisiva en la construcción del objetivo principal en materia de seguridad y salud en esta obra; lograr realizar la obra sin accidentes laborales ni enfermedades profesionales.

#### **8.1.4. CONDICIONES DEL LUGAR EN QUE SE VA A CONSTRUIR Y DATOS DE INTERÉS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.**

#### **8.1.4.1. LA EFICACIA PREVENTIVA PERSEGUIDA POR EL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El autor de este Estudio de Seguridad y Salud persigue conseguir la colaboración del resto de los agentes que intervienen en las distintas fases previstas hasta la ejecución de la obra, al considerar que la seguridad no puede ser conseguida si no es objetivo común de todos.

Cada empresario ha de tener en cuenta para el desarrollo de su actividad específica, los principios que la acción preventiva contenidos en el artículo 15 de la Ley 31/95. Quiere decirse que el proceso productivo ha de realizarse evitando los riesgos o evaluando la importancia de los inevitables, combatirlos con su origen con instrumentos de estrategia, formación a método. La eficacia de las medidas preventivas ha de someterse a controles periódicos y a auditorias por si procediera su modificación o ajuste.

La especificidad del sector construcción, con concurrencia de varias empresas con la obra al mismo tiempo, necesita de un ordenamiento de las actividades en las que se planifique, organice y se establezca la actuación de cada una de ellas en las condiciones señaladas anteriormente. Esta concurrencia hace aparecer nuevos riesgos derivados de las interferencias entre las diversas actividades en la obra, y necesitan de análisis fuera del ámbito de las empresas participantes.

#### **8.1.4.2. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR EN EL QUE SE VA A REALIZAR LA OBRA.**

Solar con forma poligonal detallado en el apartado planos, con una superficie de 12.735 m<sup>2</sup>, con una superficie construida de 32400 m<sup>2</sup> los cuales están distribuidos en 6 plantas

Primera planta sótano garaje 3760 m<sup>2</sup>

Segunda planta bajo 9200 m<sup>2</sup>

De la tercera a sexta planta 4860 m<sup>2</sup> por planta

#### **8.1.4.3. DESCRIPCIÓN DE LA CLIMATOLOGÍA DEL LUGAR.**

cuenta con un clima Mediterráneo continental con influencias atlánticas. El clima húmedo y suave de la sierra mitiga las altas temperaturas en verano y las bajas del invierno.

#### **8.1.4.4. TRÁFICO RODADO Y ACCESOS.**

Tanto el tráfico rodado como el acceso a la obra se encuentran en óptimas condiciones al tratarse de una zona urbana.

#### **8.1.4.5. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.**

Del análisis del trabajo, de las actividades de obra y de los oficios, se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares:

##### **8.1.4.5.1. Andamios.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera que el Contratista adjudicatario ha de haber mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigirá que haya recibido un mantenimiento aceptable, con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

**8.1.4.5.2. Escaleras de mano.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

**8.1.4.5.3. Puntales metálicos.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

**8.1.4.6. MAQUINARIA PREVISTA PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.**

Por igual procedimiento de análisis al descrito en el apartado anterior, se procede a definir la maquinaria que es necesario utilizar en la obra.

Por lo general se prevé que la maquinaria fija de obra sea de propiedad del Contratista. En el listado que se suministra, Se incluyen la procedencia (propiedad o alquiler) y su

forma de permanencia en la obra. Estas circunstancias son un condicionante importante de los niveles de seguridad y salud que pueden llegarse a alcanzar. El pliego de condiciones particulares, suministra las normas para garantizar la seguridad de la maquinaria.



**8.1.4.6.1. Camión de transporte de materiales.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

**8.1.4.6.2. Camión grúa.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

**8.1.4.6.3. Carretilla elevadora mecánica autodesplazable.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

**8.1.4.6.4. Compresor.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

#### **8.1.4.6.5. Máquinas herramienta en general (radiales-cizallas cortadoras y similares).**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

#### **8.1.4.6.6. Martillo neumático (rompedores-taladradores para bulones).**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

#### **8.1.4.6.7. Mesa de sierra circular para material cerámico.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

#### **8.1.4.6.8. Montacargas.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

#### **8.1.4.6.9. Soldadura con arco eléctrico (soldadura eléctrica).**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

#### **8.1.4.6.10. Soldadura oxiacetilénica y oxicorte.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá

mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

#### **8.1.4.6.11. Taladro eléctrico portátil.**

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

#### **8.1.5. UNIDADES DE OBRA QUE INTERESAN A LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

A modo de orientación, se muestra el cálculo mensual del número de trabajadores a intervenir según la realización prevista, mes a mes, en el plan de ejecución de obra.

Para ejecutar la obra en un plazo de 57 semanas se utiliza el porcentaje que representa la mano de obra necesaria sobre el presupuesto total.

Si el Plan de Seguridad y Salud efectúa alguna modificación de la cantidad de trabajadores que se ha calculado que intervengan en esta obra, deberá adecuar las previsiones de instalaciones provisionales y protecciones colectivas e individuales a la realidad.

**8.1.6. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS.**

A continuación, se pueden ver unas tablas en las que aparecen la identificación, análisis y evaluación inicial de los riesgos en nuestra obra.

INTERPRETACIÓN DE LAS ABREVIATURAS				
PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA	PREVENCIÓN APLICADA	CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE	CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA	
C CIERTA	CL PROTECCIÓN COLECTIVA	L LESIONES LEVES	T RIESGO TRIVIAL	I RIESGO IMPORTANTE
R REMOTA	PI PROTECCIÓN INDIVIDUAL	G LESIONES GRAVES	TO RIESGO TOLERABLE	IN RIESGO INTOLERABLE
P POSIBLE	PV PREVENCIÓNES	GR LESIONES GRAVÍSIMAS	M RIESGO MODERADO	

Tabla 8.1.6.1.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA GENERAL.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
CAÍDAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN EN EL TALLER, DESORDEN EN LA OBRA)	X				X	X	X			X				
CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL (USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
CAÍDAS DESDE ALTURA (HUECOS EN EL SUELO, TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS, USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS ENTRE PIEZAS PESADAS	X				X	X		X			X			
EXPLOSIÓN E INCENDIO (USO DE SOPLETES FORMACIÓN DE ACETILURO DE COBRE, BOMBONAS DE ACETILENO TUMBADAS)	X			X		X		X			X			
PISADAS SOBRE MATERIALES	X				X	X	X			X				



SUELTOS														
PINCHAZOS Y CORTES (POR ALAMBRES, CABLES ELÉCTRICOS, TIJERAS, ALICATES)	X				X	X	X			X				
SOBRE ESFUERZOS (TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE OBJETOS PESADOS).	X				X	X	X			X				
CORTES Y EROSIONES (MANEJO DE TUBOS Y HERRAMIENTAS).	X				X	X	X			X				
INCENDIO (POR HACER FUEGO O FUMAR JUNTO A MATERIALES INFLAMABLES)	X			X		X	X			X				
RUIDO (ESMERILADO, CORTES DE TUBERÍAS, MÁQUINAS EN FUNCIONAMIENTO)		X			X	X	X				X			
ELECTROCUCIÓN (ANULAR LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS, CONEXIONES DIRECTAS CON CABLES DESNUDOS)	X			X		X		X			X			

Tabla 8.1.6.2.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:															
NO SE ESTIMAN NECESARIAS															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES DE CUERO;															
CINTURONES DE SEGURIDAD CONTRA LAS CAÍDAS; FAJAS Y MUÑEQUERAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; BOTAS DE SEGURIDAD;															
ROPA DE TRABAJO.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIONES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y DEL COMPORTAMIENTO CORRECTO DE LAS															
PROTECCIONES															
ELÉCTRICAS															

Tabla 8.1.6.3.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: ELECTRICA GENERAL.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
CAÍDAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN EN EL TALLER, DESORDEN EN LA OBRA)	X				X	X	X			X				
CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL (USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
CAÍDAS DESDE ALTURA (HUECOS EN EL SUELO, TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS, USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS ENTRE PIEZAS PESADAS	X				X	X		X			X			
PISADAS SOBRE MATERIALES SUELTOS	X				X	X	X			X				
PINCHAZOS Y CORTES (POR ALAMBRES, CABLES ELÉCTRICOS,	X				X	X	X			X				

TIJERAS, ALICATES)														
SOBRE ESFUERZOS (TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE OBJETOS PESADOS).	X				X	X	X			X				
CORTES Y EROSIONES (MANEJO DE TUBOS Y HERRAMIENTAS).	X				X	X	X			X				
INCENDIO (POR HACER FUEGO O FUMAR JUNTO A MATERIALES INFLAMABLES)	X			X		X	X			X				
ELECTROCUCIÓN (ANULAR LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS, CONEXIONES DIRECTAS CON CABLES DESNUDOS)	X			X		X		X			X			

Tabla 8.1.6.4.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															

PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:															
NO SE ESTIMAN NECESARIAS															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES AISLANTES;															
CINTURONES DE SEGURIDAD CONTRA LAS CAÍDAS; FAJAS Y MUÑEQUERAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIONES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y DEL COMPORTAMIENTO CORRECTO DE LAS PROTECCIONES															
ELÉCTRICAS															
SE UTILIZARAN HERRAMIENTAS AISLADAS GAFAS DE PROTECCION GUANTES AISLANTES															

Tabla 8.1.6.5.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA INSTALACION DE TUBERIAS														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
LOS RIESGOS PROPIOS DEL LUGAR, FACTORES DE FORMA Y UBICACIÓN DEL TAJO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS: TRABAJOS A LA INTEMPERIE.	X			X	X	X				X				
CAÍDAS DE OBJETOS (PIEDRAS, MATERIALES, ETC)	X			X	X	X				X				
GOLPES POR OBJETOS DESPRENDIDOS EN MANIPULACIÓN MANUAL,	X			X	X	X				X				
CAÍDAS DE PERSONAS AL ENTRAR Y AL SALIR DE ZANJAS POR (UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS INSEGUROS PARA LA MANIOBRA: MÓDULOS DE ANDAMIOS METÁLICOS, EL GANCHO DE UN TORNO, EL DE UN MAQUINILLO, ETC)	X				X	X		X			X			
CAÍDAS DE PERSONAS AL CAMINAR POR LAS PROXIMIDADES DE UNA ZANJA (AUSENCIA														

DE ILUMINACIÓN, DE SEÑALIZACIÓN O DE OCLUSIÓN)	X			X	X	X	X			X				
DERRUMBAMIENTO DE LAS PAREDES DE LA ZANJA (AUSENCIA DE BLINDAJES, UTILIZACIÓN DE ENTIBACIONES ARTESANALES DE MADERA)	X			X	X	X		X			X			
INTERFERENCIAS: CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS; (INUNDACIÓN SÚBITA, ELECTROCUCIÓN)	X				X	X		X			X			
SOBRE ESFUERZOS (PERMANECER EN POSTURAS FORZADAS, SOBRECARGAS)	X				X	X	X			X				
ESTRÉS TÉRMICO (POR LO GENERAL POR TEMPERATURA ALTA)	X				X	X	X			X				
PISADAS SOBRE TERRENOS IRREGULARES O SOBRE MATERIALES	X				X	X	X			X				
DERMATITIS POR CONTACTO CON EL CEMENTO	X				X	X	X			X				
ATRAPAMIENTO ENTRE OBJETOS (AJUSTES DE TUBERÍAS Y SELLADOS)	X				X	X		X			X			
CAÍDA DE TUBERÍAS SOBRE PERSONA POR: (ESLINGADO INCORRECTO, ROTURA POR FATIGA O GOLPE RECIBIDO POR EL TUBO,														

DURANTE EL TRANSPORTE A GANCHO DE GRÚA O DURANTE SU INSTALACIÓN, UÑA U HORQUILLA DE SUSPENSIÓN E INSTALACIÓN CORTA O DESCOMPENSADA, RODAR EL TUBO CON CAÍDA EN LA ZANJA "ACOPIO AL BORDE SIN FRENO O FRENO INCORRECTO")	X					X			X				X	
ATRAPAMIENTOS POR: (RECEPCIÓN DE TUBOS A MANO, FRENO A BRAZO, DE LA CARGA EN SUSPENSIÓN A GANCHO DE GRÚA, RODAR EL TUBO "ACOPIO SIN FRENO O FRENO INCORRECTO")	X				X	X			X				X	
POLVO (CORTE DE TUBERÍAS EN VIA SECA)	X				X	X	X			X				
PROYECCIÓN VIOLENTA DE PARTÍCULAS (CORTE DE TUBERÍAS EN VÍA SECA)	X				X	X		X			X			
SOBRE ESFUERZOS (PARAR EL PÉNDULO DE LA CARGA A BRAZO, CARGAR TUBOS A HOMBRO)	X				X	X	X			X				

Tabla 8.1.6.6.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														
UTILIZACIÓN DE BLINDAJES METÁLICOS EN EL CASO DE QUE LA PROFUNDIDAD DE LAS ZANJAS SEA NOTABLE; BARANDILLAS AL BORDE;														



PASARELAS DE SEGURIDAD.															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES DE CUERO; EN CASO DE PRESENCIA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS, TODAS AISLANTES DE LA ELECTRICIDAD. CASCO; FAJAS LOS SOBRE ESFUERZOS; MASCARILLA CONTRA EL POLVO; GUANTES DE CUERO; TRAJES IMPERMEABLES; ROPA DE TRABAJO..															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIONES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y QUE NO SE UTILICEN LOS CODALES PARA ENTRAR Y SALIR DE LA ZANJA; DETECTORES DE CONDUCTOS ENTERRADOS; APAREJOS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS; ILUMINACIÓN															

Tabla 8.1.6.7.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS				
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN. GENERAL.				
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA	PREVENCIÓN APLICADA	CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE	CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN

										DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
CAÍDAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN EN EL TALLER, DESORDEN EN LA OBRA)	X				X	X	X			X				
CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL (USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
CAÍDAS DESDE ALTURA (HUECOS EN EL SUELO, TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS, USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS ENTRE PIEZAS PESADAS	X				X	X		X			X			
EXPLOSIÓN E INCENDIO (USO DE SOPLETES FORMACIÓN DE ACETILURO DE COBRE, BOMBONAS DE ACETILENO TUMBADAS)	X			X		X		X			X			
PISADAS SOBRE MATERIALES SUELTOS (ROTURA DE APARATOS SANITARIOS)	X				X	X	X			X				
PINCHAZOS Y CORTES (POR ALAMBRES, CABLES ELÉCTRICOS,	X				X	X	X			X				

TIJERAS, ALICATES)														
SOBRE ESFUERZOS (TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE OBJETOS PESADOS).	X				X	X	X			X				
CORTES Y EROSIONES (MANEJO DE TUBOS Y HERRAMIENTAS, ROTURA DE APAR. SANITARIOS).	X				X	X	X			X				
INCENDIO (POR HACER FUEGO O FUMAR JUNTO A MATERIALES INFLAMABLES)	X			X		X	X			X				
RUIDO (ESMERILADO, CORTES DE TUBERÍAS, MÁQUINAS EN FUNCIONAMIENTO)		X			X	X	X				X			
ELECTROCUCIÓN (ANULAR LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS, CONEXIONES DIRECTAS CON CABLES DESNUDOS)	X			X		X	X				X			

Tabla 8.1.6.8.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														
NO SE ESTIMAN NECESARIAS														

EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES DE CUERO; CINTURONES DE SEGURIDAD CONTRA LAS CAÍDAS; FAJAS Y MUÑEQUERAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIÓNES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y DEL COMPORTAMIENTO CORRECTO DE LAS PROTECCIONES															
ELÉCTRICAS															

Tabla 8.1.6.9.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS				
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN. GENERAL.				
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA	PREVENCIÓN APLICADA	CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE	CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA

	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
CAÍDAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN EN EL TALLER, DESORDEN EN LA OBRA)	X				X	X	X			X				
CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL (USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
CAÍDAS DESDE ALTURA (HUECOS EN EL SUELO, TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS, USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS ENTRE PIEZAS PESADAS	X				X	X		X			X			
EXPLOSIÓN E INCENDIO (USO DE SOPLETES FORMACIÓN DE ACETILURO DE COBRE, BOMBONAS DE ACETILENO TUMBADAS)	X			X		X		X			X			
PISADAS SOBRE MATERIALES SUELTOS (ROTURA DE APARATOS SANITARIOS)	X				X	X	X			X				
PINCHAZOS Y CORTES (POR ALAMBRES, CABLES ELÉCTRICOS, TIJERAS, ALICATES)	X				X	X	X			X				

SOBRE ESFUERZOS (TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE OBJETOS PESADOS).	X				X	X	X			X				
CORTES Y EROSIONES (MANEJO DE TUBOS Y HERRAMIENTAS, ROTURA DE APAR. SANITARIOS).	X				X	X	X			X				
INCENDIO (POR HACER FUEGO O FUMAR JUNTO A MATERIALES INFLAMABLES)	X			X		X	X			X				
RUIDO (ESMERILADO, CORTES DE TUBERÍAS, MÁQUINAS EN FUNCIONAMIENTO)		X			X	X	X				X			
ELECTROCUCIÓN (ANULAR LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS, CONEXIONES DIRECTAS CON CABLES DESNUDOS)	X			X		X	X				X			

Tabla 8.1.6.10.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														
NO SE ESTIMAN NECESARIAS														

EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES DE CUERO; CINTURONES DE SEGURIDAD CONTRA LAS CAÍDAS; FAJAS Y MUÑEQUERAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIÓNES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y DEL COMPORTAMIENTO CORRECTO DE LAS PROTECCIONES															
ELÉCTRICAS															

Tabla 8.1.6.11.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: MONTAJE DE PREFABRICADOS.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN

LOS RIESGOS PROPIOS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DE LA OBRA Y DE SU ENTORNO NATURAL		X		X	X	X		X			X			
GOLPES A LAS PERSONAS POR EL TRANSPORTE DE GRANDES PIEZAS EN SUSPENSIÓN A GANCHO DE GRÚA.	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS DURANTE LAS MANIOBRAS DE RECIBIDO Y UBICACIÓN DE GRANDES PIEZAS.	X				X	X		X			X			
CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN DE OBRA, SUPERFICIES RESBALADIZAS).	X				X	X	X			X				
VUELCO DE PIEZAS PREFABRICADAS (FALTA O APUNTALADO PELIGROSO, PRESENTACIÓN Y RECIBIDO PELIGROSOS).	X			X	X	X		X			X			
DESPLOME DE PIEZAS PREFABRICADAS (APUNTALADO PELIGROSO O PRESENTACIÓN INCORRECTA).	X			X	X	X		X			X			
CORTES POR MANEJO DE	X				X	X	X				X			



HERRAMIENTAS MANUALES.														
CORTES O GOLPES POR MANEJO DE MÁQUINAS HERRAMIENTA.	X				X	X		X			X			
SOBRE ESFUERZOS (GUÍA DE PIEZAS).	X				X	X	X			X				
APLASTAMIENTO DE MANOS O PIES AL RECIBIR LAS PIEZAS.	X				X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS POR LOS MEDIOS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE DE CARGAS.		X				X		X			X			
LOS DERIVADOS DEL USO DE MEDIOS AUXILIARES (ESCALERAS, ANDAMIOS, ETC.).	X				X	X		X			X			

Tabla 8.1.6.12.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:															
NO SE ESTIMAN NECESARIAS															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															

CASCO; GUANTES DE CUERO; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIÓNES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS; UTILIZACIÓN DE UN SEÑALISTA DE MANIOBRAS															

Tabla 8.1.6.13.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN

RIESGOS DE ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN (IMPERICIA, SOMNOLENCIA, CAOS CIRCULATORIO)		X				X		X			X			
RIESGOS INHERENTES A LOS TRABAJOS REALIZADOS EN SU PROXIMIDAD		X			X	X		X			X			
ATROPELLO DE PERSONAS (POR MANIOBRAS EN RETROCESO, AUSENCIA DE SEÑALISTAS, ERRORES DE PLANIFICACIÓN, FALTA DE SEÑALIZACIÓN, AUSENCIA DE SEMÁFOROS)	X				X	X		X			X			
CHOQUES AL ENTRAR Y SALIR DE LA OBRA (POR MANIOBRAS EN RETROCESO, FALTA DE VISIBILIDAD, AUSENCIA DE SEÑALISTA, AUSENCIA DE SEÑALIZACIÓN, AUSENCIA DE SEMÁFOROS)	X					X		X			X			
VUELCO DEL CAMIÓN (POR SUPERAR OBSTÁCULOS, FORETE PENDIENTES, MEDIAS LADERAS, DESPLAZAMIENTO DE LA CARGA)	X					X		X			X			

CAÍDAS DESDE LA CAJA AL SUELO (POR CAMINAR SOBRE LA CARGA , SUBIR Y BAJAR POR LUGARES IMPREVISTOS PARA ELLO)	X					X		X			X			
PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS (POR VIENTO, MOVIMIENTO DE LA CARGA )	X					X			X			X		
ATRAPAMIENTO ENTRE OBJETOS (PERMANECER ENTRE LA CARGA EN LOS DESPLAZAMIENTOS DEL CAMIÓN)		X			X	X		X				X		
ATRAPAMIENTOS (LABORES DE MANTENIMIENTO)		X				X		X				X		
CONTACTO CON LA CORRIENTE ELÉCTRICA (CAJA IZADA BAJO LÍNEAS ELÉCTRICAS)		X			X	X		X			X			

Tabla 8.1.6.14.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														
NO SE ESTIMAN NECESARIAS														

EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO; GUANTES DE CUERO; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIONES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS; UTILIZACIÓN DE UN SEÑALISTA DE MANIOBRAS															

Tabla 8.1.6.15.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS				
ACTIVIDAD: ALBAÑILERÍA				
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA	PREVENCIÓN APLICADA	CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE	CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA

	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
LOS RIESGOS PROPIOS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DE LA OBRA Y DE SU ENTORNO NATURAL		X		X	X	X		X			X			
CAÍDA DE PERSONAS DESDE ALTURA POR: (ANDAMIOS, HUECOS HORIZONTALES Y VERTICALES).	X			X	X	X		X			X			
CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL POR: (DESORDEN, CASCOTES, PAVIMENTOS RESBALADIZOS).	X				X	X		X			X			
CAÍDA DE OBJETOS SOBRE PERSONAS.	X				X	X		X			X			
GOLPES CONTRA OBJETOS.		X			X	X	X				X			
CORTES Y GOLPES EN MANOS Y PIES POR EL MANEJO DE OBJETOS CERÁMICOS O DE HORMIGÓN Y HERRAMIENTAS MANUALES.		X			X	X	X				X			
DERMATITIS POR CONTACTOS CON EL CEMENTO.		X			X	X	X				X			
PROTECCIÓN VIOLENTA DE PARTÍCULAS A LOS OJOS U OTRAS PARTES DEL CUERPO POR: (CORTE DE MATERIAL CERÁMICO A	X				X	X		X			X			

GOLPE DE PALETÍN, SIERRA CIRCULAR).														
CORTES POR LA UTILIZACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS.	X				X	X		X			X			
AFECCIONES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS DERIVADAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN AMBIENTES SATURADOS DE POLVO (CORTANDO LADRILLOS).	X				X	X		X			X			
SOBRE ESFUERZOS (TRABAJAR EN POSTURAS OBLIGADAS O FORZADAS, SUSTENTACIÓN DE CARGAS).	x				x	x	x			x				
ELECTROCUCIÓN (CONEXIONES DIRECTAS DE CABLES SIN CLAVIJAS, ANULACIÓN DE PROTECCIONES, CABLES LACERADOS O ROTOS).		x		x	x	x		x				x		
ATRAPAMIENTO POR LOS MEDIOS DE ELEVACIÓN Y TRASPORTE DE CARGAS A GANCHO.	x					x		x			x			
LOS DERIVADOS DEL USO DE MEDIOS AUXILIARES (ESCALERAS, ANDAMIOS, ETC.).	x					x		x			x			

RUIDO (USO DE MARTILLOS NEUMÁTICOS).		x			x	x	x				x			
--------------------------------------	--	---	--	--	---	---	---	--	--	--	---	--	--	--

Tabla 8.1.6.16.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:															
NO SE ESTIMAN NECESARIAS															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON AURICULARES CONTRA EL RUIDO; FAJAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; GUANTES DE LONETA															



IMPERMEABILIZADA;															
BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO DE ALGODÓN Y EN SU CASO, CHALECO REFLECTANTE.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIÓNES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS; UTILIZACIÓN DE UN SEÑALISTA DE MANIOBRAS															

Tabla 8.1.6.17.

### **8.1.7. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE INCENDIOS DE LA OBRA.**

El trabajo básico estima el uso en la obra de materiales y sustancias capaces de originar un incendio. Las obras pueden llegar a incendiarse por las experiencias que en tal sentido se conocen. Esta obra en concreto está sujeta al riesgo de incendio porque en ella coincide: el fuego y el calor, el comburente y los combustibles como tales o en forma de objetos y sustancias con tal propiedad.

La experiencia demuestra que las obras pueden arder por causas diversas que van desde la negligencia simple a las prácticas de riesgo por vicios adquiridos en la realización de los trabajos o a causas fortuitas.

Por ello, en el pliego de condiciones particulares, se dan las normas a cumplir por el

Contratista adjudicatario en su plan de seguridad y salud, con el objetivo de ponerlas en práctica durante la realización de la obra.

Como guía para efectuar una oportuna prevención se enumeran los materiales y trabajos que pueden originar un incendio:

- Las hogueras de obra.
- La madera.
- El desorden de la obra.
- La suciedad de la obra.
- El almacenamiento de objetos impregnados en combustibles.
- La falta o deficiencias de ventilación de los almacenes.
- El poliestireno expandido.
- Pinturas.
- Barnices.
- Disolventes.
- El uso de lamparillas de fundido.
- La soldadura eléctrica, la oxiacetilénica y el oxicorte.
- El uso de explosivos.

- La instalación eléctrica

## **8.2. PLANOS.**

### **8.2.1. EVACUACIÓN DE EMERGENCIA AL HOSPITAL MÁS CERCANO.**

La localidad de isla cristina no dispone de hospital solo dispone de un centro de salud ubicado en esta dirección: Calle Arquitecto Aramburu Maqua, 0 S/N, 21410 Isla Cristina, Huelva

Por proximidad el hospital más cercano es el Hospital Comarcal Infanta Elena en Huelva, a unos 60 kilómetros de Isla Cristina. En el Área Hospitalaria del sur de Huelva

En la siguiente dirección Ctra. Sevilla-Huelva, s/n, 21080 Huelva. Con las siguientes coordenadas (37.2807862,-7.0854817)

En el mapa que figura 8.2.1.1. se muestra su situación en relación a la ciudad más cercana en este caso Huelva.



Fig:8.2.1.1. situación hospital infanta Elena



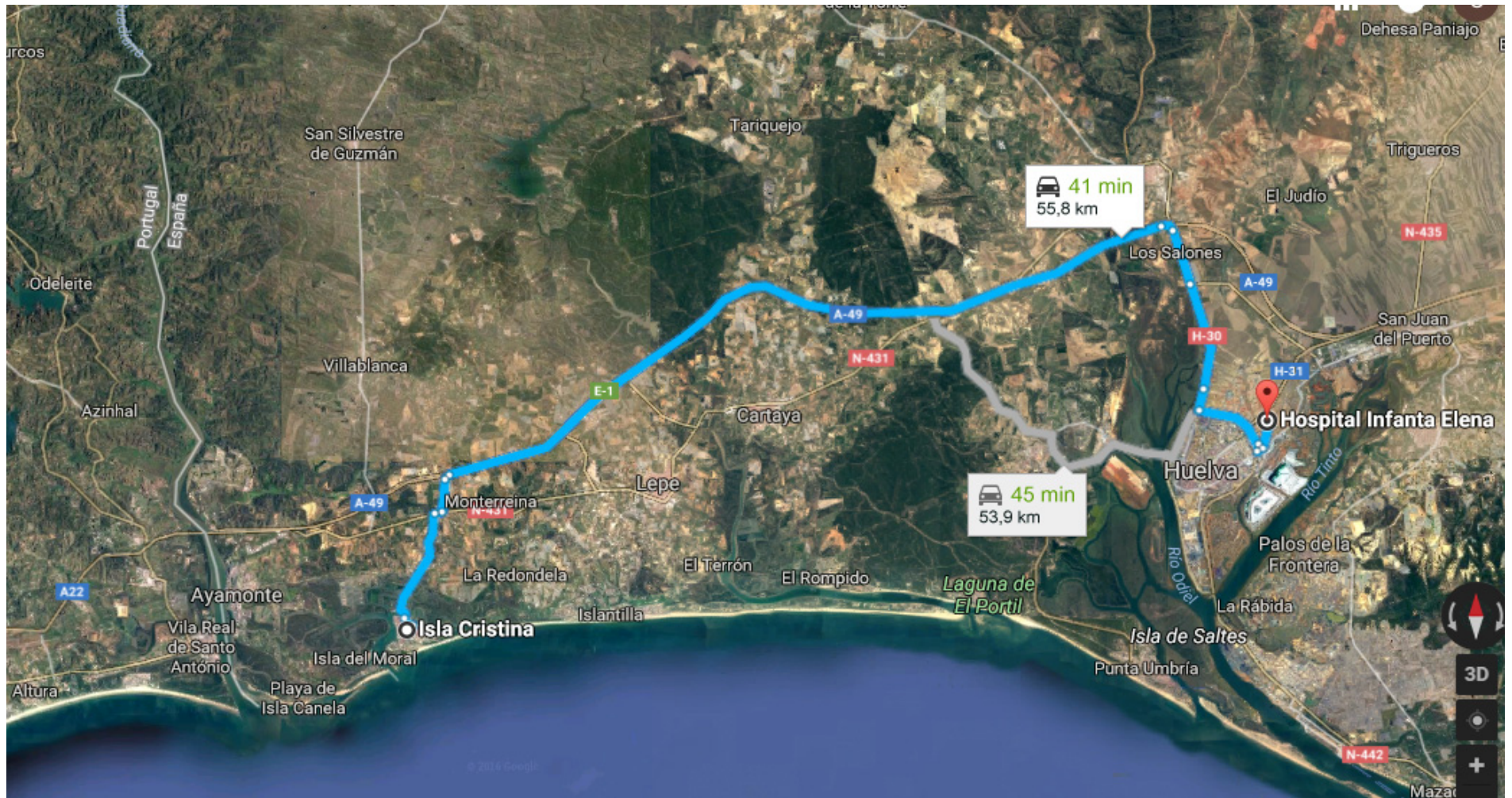


Fig:8.2.1.2. Como llegar al hospital infanta Elena.

### **8.3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.**

#### **8.3.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.**

##### **8.3.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.**

El presente pliego de condiciones de seguridad y salud se elabora para la obra: Instalaciones de calefacción, ACS con apoyo solar, sistema de refrigeración, en un hotel de 4 estrellas situado en la localidad de isla cristina Huelva.

Se las instalaciones se construirán según el trabajo elaborado por: Celestino Juan López Montero, siendo él mismo el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo.

##### **8.3.1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Los documentos que integran el estudio de seguridad y salud a los que les son aplicables este pliego de condiciones son: la memoria, el pliego de condiciones particulares, las mediciones, el presupuesto y los planos. Todos ellos se entienden documentos contractuales para la ejecución de la obra.

##### **8.3.1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS.**

Todos los documentos que integran este estudio de seguridad y salud son compatibles entre sí; se complementan unos a otros formando un cuerpo inseparable, forma parte del trabajo de ejecución de la obra y que debe llevarse a la práctica mediante el plan de seguridad y salud en el trabajo que elaboran el Contratista, y en el que deben analizarse desarrollarse y complementarse las previsiones contenidas en este estudio de seguridad y salud.

#### **8.3.1.4. DEFINICIONES Y FUNCIONES DE LAS FIGURAS PARTICIPANTES EN EL PROCESO.**

Se describen a continuación de forma resumida las misiones que deben desarrollar los distintos participantes en el proceso para conseguir con eficacia los objetivos propuestos. En este trabajo, a título descriptivo, se entiende por Promotor, la figura expresamente definida en el artículo 2, definiciones de Real Decreto 1 .627/1.997 disposiciones mínimas de seguridad y salud de las obras de construcción.

##### **8.3.1.4.1. Promotor.**

Inicia la actividad económica, y designa al proyectista. Dirección facultativa, coordinador de seguridad y salud y contratista o contratistas en su caso. En los contratos a suscribir con cada uno de ellos, puede establecer condiciones restrictivas o exigencias contractuales para la relación coherente entre todos ellos. Especial importancia pueden tener las que se introduzcan en la contrata con el contratista en relación con:

- El establecimiento de las limitaciones para la subcontratación evitando la sucesión de ellas.
- Exigencias sobre la formación que deben disponer los trabajadores que accedan en función de la complejidad de los trabajos.
- Exigencia sobre la solvencia técnica de las empresas subcontratadas por el contratista o contratistas en su caso, y forma de acreditarlo, con el objetivo de reforzar la posición de los técnicos para conseguir el cumplimiento de la Ley.

- Disposición de la organización tanto de medios humanos o materiales a implantar en obra, así como en maquinaria o medios auxiliares más adecuados al proceso.
- Respaldo las exigencias técnicas que se traten en los documentos a elaborar por el proyectista y el coordinador en materia de seguridad y salud.

El Promotor, tiene la opción de designar uno a varios proyectistas para elaborar el trabajo, debiendo conocer que la elección puede conllevar la exención o la obligatoriedad de designar a un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo. Es evidente que, en todo caso, siempre puede optar por designar coordinador de seguridad y salud.

También puede condicionar o propiciar la fluida relación y la necesaria cooperación entre el proyectista y el coordinador para la coherencia documental entre las prescripciones que establezcan el trabajo y el estudio de seguridad y salud a redactar por cada uno de ellos.

La designación de los agentes cuya contratación ha de procurar, debe realizarla en función de la competencia profesional en el caso de los Técnicos, y de la solvencia técnica en el del contratista. En el caso de constatar una decisión errónea en cuanto a la carencia de competencia de alguno de los agentes, debería proceder a rectificar de inmediato, y ello cuantas veces fuera necesario con el objetivo de poder garantizar el cumplimiento legal derivado de la falta de cualificación en materia de seguridad y salud.

Para garantizar la eficacia de sus decisiones, deberá contar con el asesoramiento técnico que se requiera para cada caso y la acreditación documental de la propuesta y sus argumentos técnicos para su constancia.



**8.3.1.4.2. Proyectista.**

Elabora el trabajo a construir precediendo a las definiciones necesarias en los distintos documentos que lo integran. Ha de prever la complejidad del proceso para llevar a cabo su construcción pues el trabajo no puede quedarse en mera teoría, sino que ha de llevarse a efecto, describiendo su proceso productivo y metodología a emplear. En consecuencia, debe tener en cuenta:

- Las particularidades del solar donde se ha de ubicar la obra, teniendo en cuenta, a modo de ejemplo, los métodos de realización de los trabajos, forma de ejecución y su método o medios a emplear, estableciendo en su valoración los precios adecuados que aseguren su correcta ejecución.
- Las especificaciones sobre los materiales o instalaciones de la obra, estableciendo las prescripciones en su ejecución, condiciones de aceptación y rechazo, controles de calidad a que deberán someterse las distintas partes de la obra.
- Medios auxiliares, maquinaria, equipos, herramientas con descripción de los idóneos para la obra de que se trata.
- Perfil técnico del contratista al que adjudicarle los trabajos de construcción, en relación con la complejidad del trabajo.
- Programa de obra con análisis del ritmo adecuado y de los plazos parciales de las distintas actividades.
- Orientaciones coherentes de índole técnica y de apoyo al estudio de seguridad y salud y de complemento a las que el Promotor decida incluir como cláusulas en el contrato de ejecución de obras.
- En la toma de decisiones constructivas y de organización durante la redacción del trabajo ha de tener en cuenta el contenido preventivo del estudio de seguridad y salud que se está redactando simultáneamente.

Puede optar por aparecer como único proyectista o manifestar la existencia de colaboración en el trabajo con otro técnico, con lo que posibilitar según la elección tomada, por la exención o la necesidad legal de contar con la participación de un coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo.

Todos los documentos del trabajo han de tener su utilidad durante la ejecución, debiendo tener contenido suficiente para permitir que la dirección de obras la realice otro técnico distinto al que ha elaborado el trabajo, pudiendo además realizar su trabajo sin ninguna dificultad con la única referencia del Trabajo.

#### **8.3.1.4.3. Contratista.**

Recibe el encargo del Promotor para realizar las obras proyectadas. La ejecución ha de realizarla teniendo en cuenta las cláusulas del contrato y del trabajo sin olvidar la coherencia recíproca con el plan de seguridad y salud a realizar.

En función de lo prevenido en los documentos contractuales, actúa para la ejecución de los contratos siguientes:

- Realiza subcontrataciones a empresas o trabajadores autónomos de parte de la obra y en ocasiones de la totalidad, imponiendo las condiciones en que han de prestarse estos trabajos.
- Establezco las condiciones de trabajo en la obra de empresas y trabajadores participantes, en relación con las condiciones del trabajo y del contrato, designando a su representante en obra y a la estructura humana conveniente.
- Analiza el estudio de seguridad y salud redactado por el coordinador de seguridad y salud, y lo adecua a los procesos y

métodos de que disponen los trabajadores autónomos, las empresas subcontratadas y el mismo como contratista, conformando tras negociación al efecto con los implicados, su plan de seguridad y salud que será la guía preventiva durante la ejecución.

- Contratar los Servicios de Prevención externos o disponer de ellos en el seno de la empresa con el objeto de realizar el seguimiento de las evaluaciones de riesgos, sus controles y auditorias.
- Disponer de las inversiones en equipos, maquinaria, herramientas, medios preventivos, formación de directivos y trabajadores propios y de empresas participantes.
- Contratar los asesores técnicos y trabajadores que considera adecuados dándoles las instrucciones de funciones y obligaciones que crea conveniente.
- Su actualización en obra se rige por los documentos que le obligan, no debiendo alterarlos por instrucciones verbales que los sustituyan.
- Mantener en correctas condiciones de seguridad y salubridad el centro de trabajo en aplicación de la política de gestión de la prevención implantada en la empresa.

#### **8.3.1.4.4. Subcontratista.**

Recibe el encargo del contratista para realizar parte de las obras proyectadas.

La ejecución ha de realizarla teniendo en cuenta las cláusulas del contrato con el contratista y las condiciones del trabajo de las que debe ser informado.

Aporta a su contratante su manual de riesgos y prevención de las actividades propias de su empresa.

En función de lo prevenido en los documentos contractuales, actúa para conseguir los objetivos siguientes:

- Realiza la contratación de trabajadores de acuerdo con la capacitación profesional exigida por las condiciones del contrato de ejecución suscrito.
- Cumple y hace cumplir a sus trabajadores las condiciones de trabajo exigibles en la obra designando a su representante en obra y a la estructura humana conveniente.

En unión del contratista y el resto de las empresas, analiza las partes del estudio de seguridad y salud, que le son de aplicación a la prevención de su trabajo en la obra, para acordar la parte del plan de seguridad y salud que le compete y que será la guía preventiva de su actividad durante la ejecución de la obra.

- Contrata los Servicios de Prevención externos o dispone de ellos en el seno de la empresa, con el objeto de realizar el seguimiento de las evaluaciones de riesgos, sus controles y auditorias.
- Dispone de las inversiones en equipos, maquinaria, herramientas, medios preventivos, formación de directivos y trabajadores.
- Contrata los asesores técnicos y trabajadores que considera adecuados, dándoles las instrucciones de funciones y obligaciones que crea conveniente.
- Su actuación en obra se rige por los documentos que le obligan, no debiendo alterarlos por instrucciones verbales que los sustituyan.
- Colabora en mantener en correctas condiciones de seguridad y salubridad el centro de trabajo en aplicación de la política de gestión de la prevención implantada en la empresa propia y en la principal.

**8.3.1.4.5. Dirección facultativa.**

Representa tácticamente los intereses del Promotor durante la ejecución de la obra dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada Técnico participante.

Su actuación debe sujetarse y limitarse a las condiciones del contrato de ejecución de obras suscrito entre Promotor y contratista y el contenido del trabajo de ejecución. Como funciones de mayor interés en relación con los objetivos preventivos se señalan:

- Verificar previamente la coherencia entre los documentos contractuales, advirtiendo las disfunciones que se observen.
- Dirigir y verificar los procesos y métodos establecidos en trabajo adecuándolos en su caso a los requerimientos que se planteen durante la ejecución.
- Dar instrucciones complementarias para el adecuado cumplimiento de las condiciones establecidas y en coherencia con los documentos contractuales tanto de índole técnica como económica teniendo en cuenta en todo caso no modificar las condiciones de trabajadores a efectos de seguridad y salud, las económicas establecidas para empresas y trabajadores autónomos, y las de calidad de los futuros usuarios.
- Conocer y controlar las condiciones de puesta en obra, los métodos de control establecidos por los empresarios, y proceder a la aceptación o rechazo de las unidades de obra ejecutadas en relación con las exigencias de calidad establecidas en el trabajo y contrato.
- Colaborar con su cliente, el Promotor, en la mejor elección del contratista y las condiciones del contrato para una mayor eficacia.

- Colaborar con el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para el cumplimiento de sus fines, y con la inspección de Trabajo y Seguridad Social si observara durante su actividad en obra incumplimiento grave en materia de seguridad, que pusiera en peligro la integridad de los participantes en la ejecución.

#### **8.3.1.4.6. El coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo.**

Es contratado por el Promotor o propietario obligado por el RD. 1627/97, y con funciones de abordar la planificación de la prevención de los riesgos que surgirán después, durante la ejecución.

Su misión ha de comenzar al tiempo que la concepción del trabajo, debiendo hacer coherentes las actuaciones del proyectista y Promotor en materia preventiva. Su actuación culmina con la elaboración del estudio de seguridad y salud, que es un documento específico para la obra y sus circunstancias, debiendo su autor tener capacidad y conocimientos técnicos para su elaboración.

- Impulsar la toma en consideración del proyectista de decisiones apropiadas para contemplar en el trabajo tales como métodos de ejecución, sistemas constructivos, organización y plaza que sean convenientes como prevención de los riesgos que se plantean en la ejecución.
- Impulsar la toma en consideración del proyectista de medios auxiliares, apeos, maquinaria o equipos a considerar en el trabajo como ayuda a la planificación preventiva.
- Impulsar la toma en consideración por el proyectista de la adecuada capacitación de contratista, subcontratistas y trabajadores estableciendo restricciones al caso.

- Procurar que las acciones del Promotor sean de apoyo de las prescripciones de proyectista y las atinentes al estudio que redacte el coordinador.
- Conocer las distintas posibilidades de establecer procedimientos y métodos a desarrollar durante la ejecución a efectos de proponer soluciones eficaces y viables, en relación con el perfil de las empresas participantes.
- Procurar la menor perturbación de coactividades por trabajos de distintas empresas, colaborando en el adecuado plan de obras y planificación de la duración de las distintas fases de la obra para una mayor eficacia preventiva.
- Culminar su actuación redactando el estudio de seguridad y salud en base a las actuaciones tenidas durante la fase de trabajo, y en coherencia con las decisiones tomadas por proyectista y Promotor, procurando la aplicabilidad posterior de su contenido y la aceptación en la fase de ejecución de sus aspectos principales.
- Tener conocimientos técnicos, de comunicación y la experiencia adecuada a la competencia profesional exigible a los trabajos encomendados.
- Colaborar con el coordinador de seguridad y salud designado para la fase de ejecución, apartando los datos e información de su interés para el mejor cumplimiento de sus fines.

#### **8.3.1.4.7. El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.**

Su presencia, es legalmente obligatoria cuando durante la ejecución van a participar más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o varios trabajadores autónomos.

Su función comienza con la aprobación del plan de seguridad y salud que se debe adaptar a la tecnología de las empresas participantes, teniendo en cuenta el contenido del estudio de seguridad y salud.

Durante la ejecución estará a disposición de la obra a fin de corregir o adaptar el contenido del plan de seguridad y salud a los requerimientos de las empresas participantes a adaptaciones surgidas durante la ejecución. En las reuniones de coordinación deberán intervenir todas las empresas participantes y las decisiones se tomarán por consenso evitando imponer métodos específicos a los que manifiestan su oposición argumentada. Los requisitos restrictivos deben estar en todo caso previamente incorporados en el momento que son procedentes que suele ser el contrato respectivo.

Las obligaciones impuestas al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra quedan reflejadas en el R.D. 1627/97 y aquellas otras que se consideran necesarias para su ejecución en las debidas condiciones de seguridad y salud:

- Conocer el Sistema de Gestión de la Prevención en la empresa según la política preventiva implantada.
- Coordinar que las empresas participantes no generen nuevos riesgos por la concurrencia de sus actividades en la obra.



- Analizar la coherencia entre obligaciones asumidas por las empresas y las cláusulas contractuales impuestas por el Promotor al contratista.  
Entre ellas se encuentran el máximo escalonamiento para subcontratar, capacitación de los trabajadores, y otros que puedan estipularse. La no existencia de cláusulas significaría abandonar al coordinador a su suerte.
- Estudiar las propuestas que realicen las empresas participantes en relación con las incompatibilidades que afecten a otros su tecnología, procedimientos a métodos habituales, a fin de procurar la aplicación coherente y responsable de los principios de prevención de todos los que intervengan.
- Conocer a los Delegados de Prevención de la empresa o en su caso al Servicio de Prevención entorno a efecto del cumplimiento de las obligaciones que asumen.
- Coordinar las acciones de control que cada empresa realiza de sus propios métodos de trabajo, para que la implantación del plan de seguridad quede asegurada.
- Conocer la exigencia protocolizada de comunicación entre empresas y entre trabajadores y empresas, a fin de que se garantice la entrega de equipos de protección, instrucciones de uso, etc.
- Aprobar el plan de seguridad si es conforme a las directrices del estudio de Seguridad y Salud en el que deberá quedar reflejado las medidas adoptadas para que solo las personas autorizadas accedan a la obra.
- Facilitar y mantener bajo su poder el Libro de Incidencias facilitado por su Colegio profesional u Oficina de supervisión de trabajos u órgano equivalente, a efectos de que todos los que prevé el artículo 13 del Real

Decreto puedan acceder a él durante el seguimiento y control que a cada una compete del plan de seguridad y salud de la obra.

- Remitir a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, las anotaciones hechas en el Libro de Incidencias en el plazo de 24 horas.

Para conseguir esta eficacia preventiva y por tanto, la coherencia documental de los pliegos de condiciones del trabajo y de este, y de los posteriores contractuales, para la elaboración del presente estudio de seguridad y salud, se han tenido en cuenta las actuaciones previas siguientes.

#### **8.3.1.4.8. En general.**

Voluntad real del Promotor para propiciar contrataciones adecuadas, con sujeción a las leyes económicas de mercado, pero impulsando que cada agente disponga de los medios adecuados para desarrollar su misión.

Que la oferta económica de las empresas constructoras que licitan, se realice con condiciones previamente establecidas basadas en la transparencia de lo exigible, sin sorpresas, claramente enunciadas, con vocación de exigir las con todo rigor estableciendo cláusulas penales de índole económica.

Competencia acreditada de los Técnicos contratados (conocimiento y experiencia). Mejora de las condiciones de trabajo, exigiendo capacitación y experiencia en las contrataciones a terceros (subcontratas) a fin de asegurar que los trabajadores estén capacitados para el desarrollo de cada tipo de trabajo, aplicando sanciones por incumplimientos vía contractual a su empresario.

#### **8.3.1.4.9. Objetivos.**

El presente pliego de condiciones particulares, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones del Contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos con respecto a este estudio de seguridad y salud.
- Concretar la calidad de la prevención decidida y su montaje correcto.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en determinados casos o exigir al Contratista que incorpore a su plan de seguridad y salud, aquellas que son propias de su sistema de construcción de esta obra.
- Concretar la calidad de la prevención e información útiles, elaboradas para los previsibles trabajos posteriores.
- Definir el sistema de evaluación de las alternativas o propuestas hechas por el plan de seguridad y salud, a la prevención contenida en este estudio de seguridad y salud.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar, con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la prevención decidida y su administración.
- Propiciar un determinado programa formativo-informativo en materia de

Seguridad y Salud, que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo ello con el objetivo global de conseguir la realización de esta obra sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de este estudio de seguridad y salud, que no se reproducen por economía documental, pero que deben entenderse como transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

### **8.3.2. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS A CUMPLIR POR TODOS LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.**

#### **8.3.2.1. CONDICIONES GENERALES.**

En la memoria de este estudio de seguridad y salud, para la construcción de:

Las Instalaciones de calefacción, ACS con apoyo solar, sistema de refrigeración, en un hotel de 4 estrellas situado en la localidad de isla cristina Huelva, se han definido los medios de protección colectiva. El Contratista es el responsable de que, en la obra, cumplan todos ellos, con las siguientes condiciones generales:

- Las modificaciones que se realicen del presente estudio de seguridad y salud deberán ser aprobadas por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Las posibles propuestas alternativas que se presenten en el plan de seguridad y salud, requieren para poder ser aprobadas, seriedad y una representación técnica de calidad en forma de planos de ejecución de obra.
- Las protecciones colectivas de esta obra estarán en acopio disponible para uso inmediato, dos días antes de la fecha decidida para su montaje, según lo previsto en el plan de ejecución de obra.

- Serán nuevas, a estrenar, si sus componentes tienen caducidad de uso reconocida, o si así se especifica en su apartado correspondiente dentro de este “pliego de condiciones técnicas y particulares de Seguridad y Salud”. Idéntico principio al descrito, se aplicará a los componentes de madera.
- Antes de ser necesario su uso, estarán en acopia real en la obra con las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación. El Contratista deberá velar para que su calidad se corresponda con la definida en el plan de Seguridad y Salud.
- Serán instaladas previamente al inicio de cualquier trabajo que requiere su montaje. Queda prohibida la iniciación de un trabajo o actividad que requiera protección colectiva, hasta que esta esté montada por completo en el ámbito del riesgo que la neutraliza o elimina.
- El Contratista queda obligado a incluir y suministrar en su plan de ejecución de obra. La fecha de montaje, mantenimiento, cambio de ubicación y retirada de cada una de las protecciones colectivas que se contienen en este estudio de seguridad y salud, siguiendo el esquema del plan de ejecución de obra que suministran incluido en los documentos idénticos citados.
- Serán desmontadas de inmediato, las protecciones colectivas en uso en las que se aprecien deterioros con merma efectiva de su calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual. En cualquier caso, estas situaciones se evalúan como riesgo intolerable.

- Durante la realización de la obra, puede ser necesaria variar el modo o la disposición de la instalación de la protección colectiva prevista en el plan de seguridad y salud aprobado. Si ello supone variación al contenido del plan de seguridad y salud, los planos de seguridad y salud, para concretar exactamente la nueva disposición o forma de montaje. Estos planos deberán ser aprobados por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Las protecciones colectivas proyectadas en este trabajo, están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra; es decir: trabajadores del contratista, los de las empresas subcontratistas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos y visitas de los técnicos de dirección de obra o de algún representante del promotor, visitas de las inspecciones de organismos oficiales o de invitados por diversas causas.
- El Contratista, en virtud de la legislación vigente, está obligado al montaje, mantenimiento en buen estado y retirada de la protección colectiva por sus medios o mediante subcontratación, respondiendo ante el promotor, según las cláusulas penalizadoras del contrato de adjudicación de obra y del pliego de condiciones idénticas y particulares del trabajo.
- El montaje y uso correcto de la protección colectiva definida en este estudio de seguridad y salud, es preferible al uso de equipos de protección individual para defenderse de idéntico riesgo; en consecuencia, no se admitirá el cambio de uso de protección colectiva por el de equipos de protección individual.
- El Contratista, queda obligado a conservar en la posición de uso prevista y montada, las protecciones colectivas que fallen por cualquier causa, hasta que se realice la investigación necesaria por el Contratista,

dado cuenta al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. En caso de fallo por accidente, se procederá según las normas legales vigentes, avisando además sin demora, inmediatamente, tras ocurrir los hechos, al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y al Director de Obra.

#### **8.3.2.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN Y USO DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS.**

Dentro del apartado correspondiente de cada protección colectiva, que se incluyen en los diversos apartados del texto siguiente, se especifican las condiciones técnicas de instalación y uso, junto con su calidad, definición técnica de la unidad y las normas de obligado cumplimiento que se han creado para que sean cumplidas por los trabajadores que deben montarlas, mantenerlas, cambiarlas de posición y retirarlas.

El Contratista recogerá obligatoriamente en su plan de seguridad y salud, las condiciones técnicas y demás especificaciones mencionadas en el apartado anterior. Si el plan de seguridad y salud presenta alternativas a estas previsiones, lo hará con idéntica composición y formato, para facilitar su comprensión y en su caso, su aprobación.

Condiciones técnicas específicas de cada una de las protecciones colectivas y normas de instalación y uso, junto con las normas de obligado cumplimiento para determinados trabajadores.

### **8.3.3. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

#### **8.3.3.1. CONDICIONES GENERALES.**

Como norma general, se han elegido equipos de protección individual ergonómicos, con el fin de evitar las negativas a su uso. Por lo expuesto, se especifica como condición expresa que: todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca “CE” según las normas EPI.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia. Llegando a la fecha de caducidad, se constituirá un acopio ordenado, que será revisado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que autorice su eliminación de la obra.
- Los equipos de protección individual en uso que estén rotos, serán reemplazados de inmediato, quedando constancia escrita en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las normas de utilización de los equipos de protección individual, se atenderán a lo previsto en la reglamentación vigente.



### **8.3.3.2. CONDICIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE CADA EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL, JUNTO CON LAS NORMAS PARA LA UTILIZACIÓN DE ESTOS EQUIPOS.**

A continuación, se especifican los equipos de protección individual junto con las normas que hay que aplicar para su utilización.

- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual. Así mismo, se investigarán los abandonos de estos equipos de protección, con el fin de razonar con los usuarios y hacerles ver la importancia que realmente tienen para ellos.
- Los equipos de protección individual, con las condiciones expresadas, han sido valorados según las fórmulas usuales de cálculo de consumos de equipos de protección individual, por consiguiente, se entienden todas las utilizables por el personal y mandos de cada contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos.

### **8.3.4. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA.**

#### **8.3.4.1. SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS EN EL TRABAJO.**

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997, que no se reproduce por economía documental. Desarrolla los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de noviembre de 1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

En las “literaturas” de las mediciones y presupuesto, se especifican: el tipo, modelo, tamaño y material de cada uno de las señales previstas para ser utilizadas en la obra.

Estos textos deben tenerse por transcritos a este pliego de condiciones técnicas y particulares, como normas de obligado cumplimiento.

##### **8.3.4.1.1. Descripción técnica.**

Serán nuevas a estrenar. Con el fin de economizar costos se eligen y valoran los modelos adhesivos en tres tamaños comercializados: pequeño, mediano y grande.

Señal de riesgos en el trabajo normalizada según el Real Decreto 485 de 1.977 de 14 de abril.

Con el fin de no aumentar innecesariamente el texto de este pliego de condiciones de seguridad y Salud, deben tenerse por transcritas en él, las literaturas de las mediciones referentes a la señalización de riesgos en el trabajo. Su reiteración es innecesaria.

#### **8.3.4.1.2. Normas para el montaje de las señales.**

- Está previsto el cambio de ubicación de cada señal mensualmente como mínimo para garantizar su máxima eficacia. Se pretende que por integración en el paisaje habitual de la obra no sea ignorada por los trabajadores.
- Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesario y no convenga por cualquier causa su retirada.
- Se instalarán en los lugares y a las distancias que se indican en los planos específicos de señalización.
- Se mantendrán permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales, que garantice su eficacia.

#### **8.3.4.1.3. Normas de seguridad de obligado cumplimiento por los montadores de la señalización vial.**

Se hará entrega a los montadores de las señales del siguiente texto y firmarán el recibo de recepción, que estará archivado a disposición del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y en este caso, de la Autoridad Laboral.

La tarea que va a realizar es muy importante de su buen hacer depende que no existan accidentes en la obra. Considere que una señal es necesaria

para avisar a sus compañeros de la existencia de algún riesgo, peligro o aviso necesario para esta integridad física.

No improvise el montaje. Estudie y replantee el lugar de señalización, según las normas de montaje correctas que se le suministran. Si por cualquier causa, observa que una o varias señales no quedan lo suficientemente visibles, no improvise, consulte con el

Encargado de Seguridad o con el Coordinador de Seguridad y Salud, para que le den una solución eficaz, luego, póngala en práctica.

Avise al Coordinador de Seguridad y Salud o al Encargado de Seguridad para que se cambie de inmediato el material usado o seriamente deteriorado. En este trabajo el material de seguridad se abona; se exige, por lo tanto, nuevo, a estrenar.

Considere que es usted quien corre los riesgos que anuncia la señal mientras la instala. Este montaje no puede realizarse a destajo.

Tenga siempre presente, que la señalización de riesgos en el trabajo se monta, mantiene y desmonta por lo general, con la obra en funcionamiento. Que el resto de los trabajadores no saben que se van a encontrar con usted y por consiguiente, que laboran confiadamente. Son acciones de alto riesgo. Extreme sus precauciones.

Para este trabajo y por su Seguridad, es obligatorio que use el siguiente listado de equipos de protección individual:

- Casco de seguridad para evitar los golpes en la cabeza.
- Ropa de trabajo, preferiblemente un "mono" con bolsillos cerrados por cremallera fabricado en algodón 100x100.

- Guantes de loneta y cuero, para protección contra los objetos abrasivos y pellizcos en las manos.
- Botas de seguridad para que le sujete los tobillos en los diversos movimientos que debe realizar y evitar los resbalones.
- Cinturón de seguridad, clase "C", que es el especial para que en caso de posible caída al vacío usted no sufra lesiones importantes.
- Debe saber que todos los equipos de protección individual que se le suministren deben tener la certificación impresa de la marca "CE", que garantiza el cumplimiento de la Norma Europea para esa protección individual.

Por último, desearle éxito sin accidentes en su tarea, convencidos de su apoyo a la seguridad y salud de esta obra.

#### **8.3.5. DETECCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS RIESGOS HIGIÉNICOS.**

El contratista, está obligado a recoger en su plan de seguridad y salud en el trabajo y realizar a continuación, las mediciones técnicas de los riesgos higiénicos, bien directamente con un Servicio de Prevención acreditado propio o externo, o mediante la colaboración o contratación con unos laboratorios, mutuas patronales o empresas especializadas, con el fin de detectar y evaluar los riesgos higiénicos previstos o que pudieran detectarse, a lo largo de la realización de los trabajos; se definen como tales los siguientes:

- Nivel acústico de los trabajos y de su entorno.
- Identificación y evaluación de la presencia de disolventes orgánicos, (pinturas).

Estas mediciones y evaluaciones necesarias para definir las condiciones de higiene de la obra, se realizarán mediante el uso de los necesarios aparatos higiénicos especializado, manejado por personal cualificado.

Los informes de estado y evaluación serán entregados al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para su estudio y propuesta de decisiones.

#### **8.3.6. SISTEMA APLICADOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN SOBRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS POR EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de obra, para evaluar las alternativas propuestas por el Contratista en su plan de seguridad y salud, utilizará los siguientes criterios técnicos:

##### **8.3.6.1. RESPECTO A LA PROTECCIÓN COLECTIVA.**

- Montaje, mantenimiento, cambios de posición y retirada de una propuesta alternativa, no tendrá más riesgos o de mayor entidad, que los que tiene la solución de un riesgo decidida en este trabajo.
- La propuesta alternativa, no exigirá hacer un mayor número de maniobras que las exigidas por la que pretende sustituir; se considera que a mayor número de maniobras, mayor cantidad de riesgos.
- No puede ser sustituida por equipos de protección individual.
- No aumentará los costos económicos previstos.
- No implica un aumento del plazo de ejecución de obra.
- No será de calidad inferior a la prevista en este estudio de seguridad y salud.

- Las soluciones previstas en este estudio de seguridad, que están comercializadas con garantías de buen funcionamiento, no podrán ser sustituidas por otras de tipo artesanal, (fabricadas en taller o en la obra), salvo que estas se justifiquen mediante un cálculo expreso, su representación en planos técnicos y la firma de un técnico competente.

#### **8.3.6.2. RESPECTO A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

- Las propuestas alternativas no serán de inferior calidad a las previstas en este estudio de seguridad.
- No aumentarán los costos económicos previstos, salvo si se efectúa la presentación de una completa justificación técnica, que razone la necesidad de un aumento de la calidad decidida en este estudio de seguridad y salud.

#### **8.3.6.3. RESPECTO A OTROS ASUNTOS.**

- El plan de seguridad y salud, debe dar respuesta a todas las obligaciones contenidas en este estudio de seguridad y salud.
- El plan de seguridad y salud, dará respuesta a todos los apartados de la estructura de este estudio de seguridad y salud, con el fin de abreviar en todo lo posible, el tiempo necesario para realizar su análisis y proceder a los trámites de aprobación.
- El plan de seguridad y salud, suministrará el "plan de ejecución de la obra" que propone el Contratista como consecuencia de la oferta de adjudicación de la obra, conteniendo como mínimo, todos los datos que contiene el de este estudio de seguridad y salud.

### **8.3.7. LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA.**

Debe entenderse transcrita toda la legislación laboral de España, que no se reproduce por economía documental. Es de obligado cumplimiento el Derecho Positivo del Estado y de sus Comunidades Autónomas aplicable a esta obra, porque el hecho de su transcripción o no es irrelevante para lograr su eficacia.

No obstante, se reproduce a modo de orientación lo siguiente:

- L.31/1995. Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997. Reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 485/1997. Sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997. Sobre las normas mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 773/1997. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de equipos de protección personal.
- R.D. 1215/1997. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

#### **8.3.7.1. LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS DELEGADOS DE PREVENCIÓN.**

Esta figura de la prevención de riesgos, está regulada por la Ley 13/1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en:

Artículo 36, competencias y facultades de los delegados de prevención y las relaciones reconocidas en este artículo con los artículos: 33; apartado 2 del artículo 38; apartado 4 del artículo 22; artículos 18, 23 y 40; apartado 3 del



artículo 21, artículo 37 Garantías y sigilo profesional de los Delegados de Prevención y las relaciones reconocidas en este artículo con los artículos: letras a) y c) del número 2 del artículo 36 de La Ley 3 1/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales y apartado 2 del artículo 65 del Estatuto de los Trabajadores en cuanto al sigilo profesional debido respeto de las informaciones a que tuvieren acceso como consecuencia de su actuación en la empresa.

#### **8.3.7.2. LEGISLACIÓN APLICABLE AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Esta figura de la prevención de riesgos, está regulada por la Ley 13/1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en los artículos 38 y 39.

#### **8.3.7.3. LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Orden de 27 de junio de 1.997 por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, en relación con los condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas a entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoria del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas a privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales.

#### **8.3.8. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS.**

Es responsabilidad del Contratista, asegurarse de que todos los equipos, medios auxiliares y máquinas empleados en la obra, cumplen con los RRDD 1.215/1.997, 1.435/1.992 y 56/1.995. Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos de forma parcial, es decir, omitiendo el

uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura contenidas en el manual de uso editado por su fabricante. A tal fin, y en aquellas circunstancias cuya seguridad dependa de las condiciones de instalación, los medios auxiliares, máquinas y equipos se someterán a una comprobación inicial y antes de su puesta en servicio por primera vez, así como a una nueva comprobación después de cada montaje en un lugar o emplazamiento diferente.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca “CE”, el Contratista en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

El contratista adoptará las medidas necesarias para que los medios auxiliares, máquinas y equipos que se utilicen en la obra sean adecuados al tipo de trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de tal forma que quede garantizada la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido se tendrán en cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización de los referidos medios auxiliares, máquinas y equipos.

### **8.3.9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y ÁREAS AUXILIARES DE EMPRESA.**

#### **8.3.9.1. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES CON MÓDULOS PREFABRICADOS COMERCIALIZADOS METÁLICOS.**

Estos servicios quedan resueltos mediante la instalación de módulos metálicos prefabricados comercializados en chapa emparedada con aislamiento térmico y acústico, montados sobre soleras ligeras de hormigón que garantizarán su estabilidad y buena nivelación. Los planos y las “literaturas” contenidos de las mediciones, aclaran las características técnicas que deben reunir estos módulos, su ubicación e instalación. Se considera unidad de obra de seguridad, su recepción, instalación, mantenimiento, retirada y demolición de la solera de cimentación.

##### **8.3.9.1.1. Materiales.**

Módulos metálicos comercializados en chapa metálica aislante pintada contra la corrosión, en las opciones de compra o de alquiler mensual. Se han previsto en la opción de alquiler mensual, conteniendo la distribución e instalaciones necesarias expresadas en el cuadro informativo. Dotados de la carpintería metálica necesaria para su ventilación, con acristalamiento doble en las ventanas, que a su vez estarán dotadas con hojas practicables de corredera sobre guías metálicas, cerradas mediante cerrojos de presión por mordaza simple.

Carpintería y puertas de paso formadas por cercos directos para mampara y hojas de paso de madera, sobre cuatro pernos metálicos. Las hojas de paso de los retretes y duchas, serán de las de tipo rasgado a 50 cm, sobre el pavimento, con cierre de manivela y cerrojo. Las puertas de acceso poseerán cerraja a llave.

**8.3.9.1.2. Instalaciones.**

Módulos dotados de fábrica, de fontanería para agua caliente.

**8.3.10. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LA OBRA.**

Esta obra, como la mayoría, está sujeta al riesgo de incendio, por consiguiente para evitarlos o extinguirlos, se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento:

- Queda prohibido la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- Se establece como método de extinción de incendios, el uso de extintores cumpliendo la norma UNE 23.110, aplicándose por extensión, la norma NBE CPI-96.
- En este estudio de seguridad y salud, se definen una serie de extintores aplicando las citadas normas. El Contratista respetará en su plan de seguridad y salud en el trabajo el nivel de prevención diseñado, pese a la

libertad que se le otorga para modificarlo según la conveniencia de sus propios síntomas de construcción y de organización.

#### **8.3.10.1. EXTINTORES DE INCENDIOS.**

Definición técnica de la unidad:

- Calidad: los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar. Los extintores serán los conocidos con los códigos "A", "B" y los especiales para fuegos eléctricos. En las "literaturas" de las mediciones y presupuesto, quedan definidas todas sus características técnicas, que deben entenderse incluidas en este pliego de condiciones técnicas y particulares y que no se reproducen por economía documental.

Lugares de esta obra en los que se instalarán los extintores de incendios:

- Vestuario y aseo del personal de la obra.
- Comedor del personal de la obra.
- Local de primeros auxilios.
- Oficinas de la obra, independientemente de que la empresa que las utilice sea contratista o subcontratista.
- Almacenes con productos o materiales inflamables.
- Cuadro general eléctrico.
- Cuadros de máquinas fijas de obra.
- Mesa de sierra circular para material cerámico (Edif. u OG.)

- Montacargas (Edit u 0G.)
- Almacenes de material y talleres.
- Acopios especiales con riesgo de incendio. Está provista además, la existencia y utilización, de extintores móviles para trabajos de soldadura capaces de originar incendios.

#### **8.3.10.2. MANTENIMIENTO DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS.**

Los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante, que deberá concertar al Contratista de la obra con una empresa acreditada para esta actividad.

#### **8.3.10.3. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y USO DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS.**

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro, según las necesidades de extinción previstas.
- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor y en tamaño grande se instalarán una señal normalizada con la oportuna pictografía la palabra "EXTINTOR".
- Al lado de cada extintor, existirá un rótulo grande formado por caracteres negros sobre fondo amarillo, que mostrará la siguiente leyenda.

**8.3.10.3.1. Normas para uso del extintor de incendios.**

- En caso de incendio, descuelgue el extintor.
- Retire el pasador de la cabeza que inmoviliza el mando de accionamiento.
- Póngase a sotavento; evite que las llamas o el humo vayan hacia usted.
- Accione el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas, hasta apagarlas o agotar el contenido.
- Si observa que no puede dominar el incendio, pida que alguien avise al Servicio Municipal de Bomberos lo más rápidamente que pueda.

**8.3.11. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.**

Cada contratista o subcontratista, está legalmente obligado a formar a todo el personal a su cargo, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores de esta obra, deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Independientemente de la formación que reciban de tipo convencional, está información específica se les dará por escrito, utilizando los textos que para este fin se incorporan a este pliego de condiciones técnicas y particulares.

**8.3.11.1. CRONOGRAMA FORMATIVO.**

A la vista del camino crítico plasmado en la memoria de este estudio de seguridad y salud, está prevista la realización de unos cursos de formación para los trabajadores, capaces de cubrir los siguientes objetivos generales:

- Divulgar los contenidos preventivos de este estudio de seguridad y salud, una vez convertido en plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado, que incluirá el Plan de Prevención de la empresa.
- Comprender y aceptar la necesidad de aplicación.
- Crear entre los trabajadores un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

Por lo expuesto, se establecen los siguientes criterios, para que sean desarrollados por el plan de seguridad y salud en él trabaja:

- El Contratista suministrará en el plan de seguridad y salud en él trabaja, las fechas en las que se impartirán los cursos de formación en la prevención de riesgos laborales, respetando los criterios que al respecto suministra este estudio de seguridad y salud, en los apartados de “normas de obligado cumplimiento”.
- El plan de seguridad y salud en el trabajo recogerá la obligación de comunicar a tiempo a los trabajadores, las normas de obligado cumplimiento y la obligación de firmar al margen del original del citado documento, el oportuno "recibí". Con esta acción se cumplen dos objetivos importantes, formar de manera inmediata y dejar constancia documental de que se ha efectuado esa formación.

#### **8.3.12. MANTENIMIENTO, CAMBIOS DE POSICIÓN, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA Y DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

El Contratista propondrá al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, dentro de su plan de seguridad y salud, un “programa de evaluación” del grado de cumplimiento de lo dispuesto en el texto de este pliego de condiciones en materia de prevención de riesgos



laborales, capaz de garantizar la existencia de la protección decidida en el lugar y tiempos previstos, su eficacia preventiva real y el mantenimiento, reparación y sustitución, en su caso, de todas las protecciones que se han decidido utilizar.

Este programa contendrá como mínimo:

- La metodología a seguir según el propio sistema de construcción del Contratista.
- La frecuencia de las observaciones o de los controles que va a realizar.
- Los itinerarios para las inspecciones planeadas.
- El personal que prevé utilizar en estas tareas.
- El informe análisis, de la evolución de los controles efectuados.

### **8.3.13. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.**

#### **8.3.13.1. ACCIONES A SEGUIR.**

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control.

Por ello, es posible que pese a todo el esfuerzo desarrollado y nuestra intención preventiva, se produzca algún fracaso.

El Contratista queda obligado a recoger dentro de su plan de seguridad y salud en el trabajo los siguientes principios de socorro:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.

- En caso de caída desde altura a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia, se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican riesgo e incomodidad para el accidentado.
- El Contratista comunicará, a través del plan de seguridad y salud en el trabajo que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
- El Contratista comunicará, a través del plan de seguridad y salud en el trabajo que componga, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados, según sea su organización. El nombre y dirección del centro asistencial, que se suministra en este estudio de seguridad y salud, debe entenderse como provisional. Podrá ser cambiado por el Contratista adjudicatario.
- El Contratista queda obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m., de distancia, en el que se suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto etc.: este rótulo contendrá como mínimo los datos que aparecen a continuación, cuya realización material queda a la libre disposición del Contratista adjudicatario:

o En caso de accidente acudir a:

hospital más cercano es el Hospital Comarcal Infanta Elena en Huelva. En el Área Hospitalaria del sur de Huelva

En la siguiente dirección Ctra. Sevilla-Huelva, s/n, 21080 Huelva. Con las siguientes coordenadas (37.2807862,-7.0854817)

- Teléfono del hospital: 902 50 50 61.

El Contratista instalará el rótulo precedente de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra, acceso a la obra en sí, en la oficina de obra, en el vestuario de aseo del personal, en el comedor y en tamaño hoja Din A4, en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios. Esta obligatoriedad se considera una condición fundamental para lograr la eficacia de la asistencia sanitaria en caso de accidente laboral.

#### **8.3.13.2. ITINERARIO MÁS ADECUADO A SEGUIR DURANTE LAS POSIBLES EVACUACIONES DE ACCIDENTADOS.**

El Contratista queda obligado a incluir en su plan de seguridad y salud, un itinerario recomendado para evacuar a los posibles accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que pudieran agravar las posibles lesiones del accidentado.

#### **8.3.13.3. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.**

El Contratista queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen a continuación, que se consideran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia.

El Contratista incluirá, en su plan de seguridad y salud, la siguiente obligación de comunicación inmediata de los accidentes laborales.

#### **8.3.13.3.1. Accidentes de tipo leve.**

- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

#### **8.3.13.3.2. Accidentes de tipo grave.**

- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra, de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

#### **8.3.13.3.3. Accidentes mortales.**

- Al juzgado de guardia, para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.
- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra, de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

#### **8.3.13.4. ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.**

Con el fin de informar a la obra de sus obligaciones administrativas en caso de accidente laboral, el Contratista queda obligado a recoger en su plan de seguridad y salud una sincope de las actuaciones administrativas a las que está legalmente obligado.

#### **8.3.13.5. MALETÍN BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS.**

En la obra y en los lugares señalados en los planos, se instalará un maletín botiquín de primeros auxilios, conteniendo todos los artículos que se especifican a continuación:

Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo, “mercurocromo” o “cristalmina”; amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.

técnicas y particulares, y que no se reproducen por economía documental.

#### **8.3.14. CONTROL DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

El Contratista incluirá en su plan de seguridad y salud, el modelo del “parte de entrega de equipos de protección individual” que tenga por costumbre utilizar en sus obras. Si no lo posee deberá componerlo y presentarlo a la aprobación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Número del parte.
- Identificación del Contratista.
- Empresa afectada por el control, sea contratista, subcontratista o un trabajador autónomo.
- Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
- Oficio o empleo que desempeña.
- Categoría profesional
- Listado de los equipos de protección individual que recibe el trabajador.
- Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.
- Firma y sello de la empresa.

Estos partes estarán confeccionados por duplicado. El original de ellos, quedará archivado en poder del Encargado de Seguridad y salud, la copia se entregará al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

### **8.3.15. PERFILES HUMANOS DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN.**

#### **8.3.15.1. ENCARGADO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

En esta obra, con el fin de poder controlar día a día y puntualmente la prevención y protección decididas, es necesaria la existencia de un Encargado de Seguridad, que será contratado por el Contratista adjudicatario de la obra de ejecución de las instalaciones, con cargo a lo definido para ello, en las mediciones y presupuesto de este estudio de seguridad y salud.

Para distinguir esta figura que se proyecta y abona a través de las oportunas certificaciones al Contratista adjudicatario, este puesto de trabajo se denominará Encargado de Seguridad.

##### **8.3.15.1.1. Perfil del puesto de trabajo de encargado de seguridad.**

Auxiliar Técnico de obra, con capacidad de entender y transmitir los contenidos del plan de seguridad y salud. Con capacidad de dirigir a los trabajadores de seguridad y salud.

##### **8.3.15.1.2. Funciones del encargado de seguridad en la obra:**

La autoría de este estudio de seguridad y salud, considera necesaria la presencia continua en la obra de el Encargado de Seguridad que garantice con su labor cotidiana, los niveles de prevención plasmados en este estudio de seguridad y salud con las siguientes funciones técnicas, que se definen en el conjunto de riesgos y prevención detectados para la obra: INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES.

##### **8.3.15.1.3. Funciones a realizar por el encargado de seguridad.**

- Seguirá las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

- Informará puntualmente del estado de la prevención desarrollada al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Controlar y dirigir, siguiendo las instrucciones del plan que origine este estudio de seguridad y salud, el montaje, mantenimiento y retirada de las protecciones colectivas.
- Dirigir y coordinar la cuadrilla de seguridad y salud.
- Controlará las existencias y consumos de la prevención y protección decidida en el plan de seguridad y salud aprobado y entregar a los trabajadores y visitas los equipos de protección individual.
- Realizar las mediciones de las certificaciones de seguridad y salud, para la jefatura de obra.

#### **8.3.16. NORMAS DE ACEPTACIÓN DE RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN.**

- Las personas designadas lo serán con su expresa conformidad, una vez conocidas las responsabilidades y funciones que aceptan.  
revestir de la autoridad necesaria a las personas, que por lo general no están acostumbradas a dar recomendaciones de prevención de riesgos laborales o no lo han hecho nunca. Se suministra a continuación para ello, un solo documento tipo, que el Contratista debe adaptar en su plan, a las figuras de: Encargado de Seguridad y salud, cuadrilla de seguridad y para el Técnico de seguridad en su caso.
  - o Nombre del puesto de trabajo de prevención.
  - o Fecha.
  - o Actividades que debe desempeñar.
  - o Nombre del interesado.



- o Este puesto de trabajo, cuenta con todo el apoyo técnico, de la Dirección  
Facultativa; del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, junto con el de la jefatura de la obra y del encargado.
  - o Firmas: El Coordinador de Seguridad y salud durante la ejecución de la obra. El jefe de obra y o el encargado. Acepto el nombramiento, El interesado.
  - o Sello y firma del contratista.
- Estos documentos se firmarán por triplicado. El original quedará archivado en la oficina de la obra, la primera copia, se entregará firmada y sellada en original al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la segunda copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

### **8.3.17. NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.**

Está demostrado por la experiencia, que muchos de los accidentes de las obras ocurren entre otras causas, por el voluntarismo mal entendido, la falta de experiencia o de formación ocupacional y la impericia. Para evitar en lo posible estas situaciones, se implanta en esta obra la obligación real de estar autorizado a utilizar una máquina o una determinada máquina herramienta.

#### **8.3.17.1. DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE UTILIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.**

- El Contratista queda obligado a componer según su estilo el siguiente documento recogido en su plan de seguridad y ponerlo en práctica:
  - o Fecha.
  - o Nombre del interesado que queda autorizado.
  - o Se le autoriza el uso de las siguientes máquinas por estar
  - o capacitado para ello.
  - o Lista de máquinas que puede usar.
  - o Firmas: El interesado. El jefe de obra y o el encargado.
  - o Sello del contratista.
- Estos documentos se firmarán por triplicado. El original quedar archivado en la oficina de la obra, la copia, se entregará firmada y sellada en original al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la segunda copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

### **8.3.18. OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.**

#### **8.3.18.1. OBLIGACIONES LEGALES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS, CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 11 DEL RD 1.627/1997.**

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- (RD. 1.627/1.997) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del presente Real Decreto.

Principios de acción preventiva, artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- a) Evitar los riesgos.
  - b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
  - c) Combatir los riesgos en su origen.
  - d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
  - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
  - f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
  - g) Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
  - h) Adoptar medidas que antepongan la producción colectiva a la individual.
  - i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- (RD. 1.627/1.997) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de Seguridad y Salud, al que se refiere el artículo 7.
  - (RD. 1.627/1.997) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del presente Real Decreto, durante la ejecución de la obra.

trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

- (RD. 1.627/1.997) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de obra, y de la Dirección Facultativa.
- (RD. 1.627/1.997) Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en el trabajo en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

#### **8.3.18.2. EL APARTADO 2 DEL ARTÍCULO 42, RESPONSABILIDADES Y SU COMPATIBILIDAD, DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, DICE**

La empresa principal responderá solidariamente con los contratistas y subcontratistas a que se refiere el apartado 3 del artículo 24 de esta ley del cumplimiento, durante el periodo de contrata, de las obligaciones impuestas por esta Ley en relación con los trabajadoras que ocupen en los centros de trabajo de la empresa principal, siempre que la infracción se haya producido en el centro de trabajo de dicho empresario principal.

En las relaciones de trabajo de las empresas de trabajo temporal, la empresa usuaria será responsable de la protección de materia de seguridad y salud en el trabajo en los términos del artículo 6 de la Ley 14/1994 de 1 de julio, por la que se regulan las empresas de trabajo temporal.

### **8.3.18.3. EL APARTADO 3 DEL ARTÍCULO 42, RESPONSABILIDADES Y SU COMPATIBILIDAD, DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, DICE**

Las responsabilidades administrativas que se deriven del procedimiento sancionador serán compatibles con las indemnizaciones por los daños y perjuicios causados y de recargo de prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social que pueden ser fijadas por el órgano competente de conformidad en lo previsto en la normativa reguladora de dicho sistema.

Los contratistas y subcontratistas son responsables:

- De la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de Seguridad y Salud en lo relativo a ellos o a los trabajadores autónomos que contraten.
- Responsabilidad solidaria con referencia a las sanciones contenidas en el apartado 2 del Artículo 42 de la Ley 31/1995 de PRL.

Por último, el punto 3 del artículo 11, del RD. 1.627/1.997 expresa:

- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### **8.3.18.4. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA CON RELACIÓN AL CONTENIDO DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad y salud en el trabajo cumpliendo con el articulado del Real Decreto:  
1.627/1.997 de 24 de octubre, que respeta el nivel de prevención definido en todos los documentos de este estudio de seguridad y salud para la obra: INSTALACIONES DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE UN HOTEL VACACIONAL DE 345 HABITACIONES. Requisito sin el cual no podría ser aprobado.
- Incorporar al plan de seguridad y salud, el plan de ejecución de la obra que piensa seguir incluyendo desglosadamente, las partidas de seguridad con el fin de que puedan realizarse a tiempo y de forma eficaz; para ello seguirá fielmente como modelo, el plan de ejecución de obra que se suministra en este estudio de seguridad y salud.
- Presentar el plan de seguridad a la aprobación del autor de este estudio de seguridad y Salud antes del comienzo de la obra. Realizar diligentemente cuantos ajustes fueran necesarios para que la aprobación pueda ser otorgada; y no comenzar la obra hasta que este trámite se haya concluido.
- El Plan de Seguridad y Salud aprobado, el Estudio de Seguridad y salud y el Plan de Prevención de todas las empresas, deberán estar en la obra, a disposición permanente de quienes intervengan en la ejecución

de la misma, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma, los representantes de los trabajadores, la Dirección Facultativa y la Autoridad Laboral, para que en base al análisis de dichos documentos puedan presentar por escrito y de forma razonada según sus atribuciones, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas al Plan de Seguridad y salud en el trabajo.

- Notificar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, con quince días de antelación, la fecha en la que piensa comenzar los trabajos, con el fin de que pueda programar sus actividades y asistir a la firma del acta de replanteo, pues este documento, es el que pone en vigencia el contenido del plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado.
- En el caso de que pudiera existir alguna diferencia entre los presupuestos del estudio y los del plan de seguridad y salud en el trabajo que presente el Contratista, acordar las diferencias y darles la solución más oportuna, con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes de la firma del acta de replanteo.
- Transmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y trabajadores autónomos de la obra y hacerles cumplir con las condiciones y prevención en él expresadas.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación a una empresa contratista, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en este pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.

- Instalar a tiempo todas las protecciones colectivas definidas en el pliego de condiciones particulares definidas en el estudio de seguridad y salud y en el plan seguridad y salud aprobado, según lo contenido en el plan de ejecución de obra, mantenerla en buen estado, cambiarla de posición y retirarla, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación a una empresa contratista, subcontratista o autónoma.
- Instalar a tiempo según lo contenido en el plan de ejecución de obra, contenido en el plan de seguridad y salud aprobado, las “instalaciones provisionales para los trabajadores”. Mantenerlas en buen estado de confort y limpieza, realizar los cambios de posición necesarios, las reposiciones del material fungible y la retirada definitiva, conocedor de que se definen y calculan estas instalaciones, para ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación a una empresa contratista, subcontratista o autónoma.
- Incluir en el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo un apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”, y cumplir fielmente con lo expresado.
- Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Disponer en acopio de obra, antes de ser necesario su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este estudio de seguridad y salud, en las condiciones que expresamente se especifican dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud.



- Colaborar con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en la solución técnica preventiva, de los posibles imprevistos del trabajo o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.
- Incluir en el plan de seguridad y salud, las medidas preventivas implantadas en su empresa y que son propias de su sistema de construcción. Estas, unidas a las que se suministran para el montaje de la protección colectiva y equipos, dentro de este pliego de condiciones y particulares, formarán conjunto de normas específicas de obligado cumplimiento en la obra. En el caso de no tener redactadas las citadas medidas preventivas a las que se hace mención, lo comunicará por escrito al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, con el fin de que pueda orientarle en el método a seguir para su composición.
- Componer en el plan de seguridad y salud, una declaración formal de estar dispuesto a cumplir con estas obligaciones en particular y con la prevención y su nivel de calidad, contenidas en este estudio de seguridad y salud. Sin el cumplimiento de este requisito, no podrá ser otorgada la aprobación del plan de seguridad y salud en el trabajo.
- Componer el análisis inicial de los riesgos tal como exige la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Exigir a los subcontratistas y lograr su cumplimiento, para que compongan el análisis inicial de los riesgos tal como exige la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- A lo largo de la ejecución de la obra, realizar y dar cuenta de ello al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, el análisis permanente de riesgos al que como empresario está obligado por mandato de la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de

Riesgos Laborales, con el fin de conocerlo y tomar las decisiones que sean oportunas.

- El contratista, así como los subcontratistas y los trabajadores autónomos que hayan de intervenir en la ejecución de la obra de las instalaciones de climatización ventilación y acs de un hotel vacacional de 345 habitaciones situado en isla cristina (Huelva), habrá de disponer de los medios humanos, técnicos y económicos necesarios para desempeñar correctamente con arreglo al trabajo, al presente estudio de Seguridad y salud y al contrato, los trabajos que respectivamente se hubiesen comprometido a realizar cada uno de ellos.
- El contratista y subcontratistas habrán de contar con los Servicios de prevención propia o ajena, que en función de sus características vengán exigidos para la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- El contratista se obliga a hacer constar en los contratos que formalice con los subcontratistas y trabajadores autónomos, las obligaciones en materia de seguridad y salud que a dichos subcontratistas y trabajadores autónomos les corresponden.
- La ejecución de las diferentes unidades de obra por parte del contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos se llevarán a cabo con arreglo a lo prescrito en el trabajo de ejecución, en este estudio de seguridad y salud y a las instrucciones recibidas del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, así como de la Dirección Facultativa de la misma.
- Es responsabilidad del contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos cumplir rigurosamente con los principios preventivos en materia de seguridad y salud que vienen establecidos en la legislación vigente y con las prescripciones que figuren en el plan de seguridad y

salud en el trabajo en el trabajo que se apruebe en su momento antes del comienzo de la obra.

- Los medios humanos de que se dispongan en la obra para el contratista, subcontratistas, así como los trabajadores autónomos que intervengan en la ejecución de la obra habrán de poseer las calificaciones necesarias a los cometidos cuyo desempeño les encomienden o asuman.
- Es obligación del contratista facilitar a su personal la información necesaria en materia de seguridad y salud, tanto de carácter general como la específica que concierne a las funciones que cada uno desarrolle, y que en todo caso serán acordes tanto a la calificación que individualmente se posea como a las condiciones síquicas y físicas del propio trabajador.
- El contratista o el titular del centro de trabajo adoptará las medidas necesarias para que las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos que desarrollen actividades en la obra reciban la información y las instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en dicha obra y con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como sobre las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado, en su caso, a los respectivos trabajadores.

#### **8.3.18.5. OBLIGACIONES LEGALES DE LOS TRABAJADORES**

##### **AUTÓNOMOS.**

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- (RD. 1.627/1.997) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del presente Real Decreto.

Principios de acción preventiva, artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- a) Evitar los riesgos.
  - b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
  - c) Combatir los riesgos en su origen.
  - d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo con la salud.
  - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
  - f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
  - g) Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
  - h) Adoptar medidas que antepongan la producción colectiva a la individual.
  - i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- 
- (RD. 1.627/1.997) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del presente Real Decreto, (L.627/L.997) durante la ejecución de la obra.
  - (RD. 1.627/1.997) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2 de La Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El Artículo 29 apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales dice: Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por las de aquellas otras personas a las que pueda afectar una actividad profesional, a causa de sus actos u omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a una formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las maquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualquier otro medio con el que desarrollar su actividad.
- Utilizar correctamente los medios por equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de este.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en lugares de trabajo en los que esta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio entrañe por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

- Cooperar con el empresario para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos o del personal estatutario al servicio de las administraciones públicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus reglamentos de Régimen interno.

- (RD. 1.627/1.997). Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular de cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

El artículo 24 de La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, dice:

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollan actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre previsión de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores en los términos previstos en el apartado 1 del artículo 18 de esta Ley.

El apartado 1 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales dice:

A fin de dar cumplimiento al deber de protección establecido en la presente Ley, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.
- Las medidas adoptadas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 20 de esta Ley.

En las empresas que cuenten con representantes de los trabajadores, la información a la que se refiere el presente apartado se facilitará por el empresario a los trabajadores a través de dichos representantes; no obstante, deberá informar directamente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función y de las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.

Para Comprender el alcance del apartado C, el artículo 20, medidas de emergencia de la

Ley de Prevención de Riesgos laborales dice:

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha

contra incendios y evacuación de los trabajadores designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento. El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del

material adecuado en función de las circunstancias antes señaladas. Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con los servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento, y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.

Prosigue el artículo 24 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales:

El empresario titular del centro de trabajo adoptará las medidas necesarias para que aquellos otros empresarios que desarrollen actividades en su centro de trabajo reciban la formación y las instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como sobre las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado a sus respectivos trabajadores.

Las empresas que contraten a subcontraten con otras la realización de obras a servicios correspondientes a la propia actividad de aquellas y que se desarrollan en sus propios centros de trabajo deberán vigilar el cumplimiento por dichos contratistas y subcontratistas de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Las obligaciones consignadas en el último párrafo del apartado 1 del artículo 41 de esta Ley serán también de aplicación, respecto a las operaciones contratadas, en los supuestos en que los trabajadores de la empresa contratista a subcontratista no presten servicios en los centros de trabajo de la empresa principal, siempre que tales trabajadores deban operar con maquinaria, equipos, productos, materias primas a útiles proporcionados por la empresa principal.

El último párrafo del apartado 1 del artículo 41 de 1 Ley de Prevención de Riesgos laborales dice:



Los fabricantes importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y estos recabar de aquellos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas, y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información respecto a los trabajadores.

Prosigue el artículo 24 de la Ley de prevención de Riesgos laborales:

Los deberes de cooperación y de información e instrucción recogidos en los apartados 1 y 2 (de este artículo), serán de aplicación respecto de los trabajadores autónomos que desarrollen actividades en dichos centros de trabajos.

- (RD. 1.627/1.997) Utilizar los equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las
- disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización por los trabajadores de equipos de trabajo. (Máquinas y similares)
- (RD. 1.627/1.997) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización para los trabajadores de equipos de protección individual.
- (RD. 1.627/1.997) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- (RD. 1.627/1.997) Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud en el trabajo.

### **8.3.19. NORMAS DE MEDICIÓN, VALORACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DE SEGURIDAD Y SALUD.**

#### **8.3.19.1. MEDICIONES.**

##### **8.3.19.1.1. Forma de medición.**

Las mediciones de los componentes y equipos de seguridad serán realizados en la obra mediante la aplicación de las unidades físicas y patrones, que las definen, es decir: (m<sup>2</sup>), (m<sup>3</sup>), (l), (Und) y (h). No se admitirán otros supuestos.

La medición de los equipos de protección individual utilizados, se realizará mediante el análisis de la veracidad de las partes de entrega definidas en este pliego de condiciones técnicas y particulares, junto con el control del acopio de los equipos retirados por uso caducidad o rotura.

La medición de la protección colectiva puesta en obra será realizada o supervisada por el Coordinador en materia de seguridad y salud, aplicando los criterios de medición común para las partidas de construcción, siguiendo los criterios contenidos en el capítulo de mediciones de este estudio de seguridad y salud.

No se admitirá las mediciones de protecciones colectivas, equipos y componentes de seguridad, de calidades inferiores a las definidas en este pliego de condiciones.

Los errores de mediciones del estudio de seguridad y salud se justificarán ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y se procederá conforme a las normas establecidas para las liquidaciones de obra.

### **8.3.19.2. VALORACIONES ECONÓMICAS.**

#### **8.3.19.2.1. Valoraciones.**

Las valoraciones económicas del plan de seguridad y salud en el trabajo no podrán implicar disminución del importe total del estudio de seguridad adjudicado, según expresa el RD. 1.627/1.997 en su artículo 7, punto 1, segundo párrafo.

#### **8.3.19.2.2. Valoraciones de unidades de obra no contenidas o que son erróneas, en este estudio de seguridad y salud.**

Los errores presupuestarios, se justificarán ante el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra y se procederá conforme a las normas establecidas para las liquidaciones de obra.

#### **8.3.19.2.3. Precios contradictorios.**

Los precios contradictorios se resolverán mediante la negociación con el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra y se procederá conforme a las normas establecidas para las liquidaciones de obra.

#### **8.3.19.2.4. Abono de partidas alzadas.**

Las partidas alzadas serán justificadas mediante medición en colaboración con el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra y se procederá conforme a las normas establecidas para las liquidaciones de obra.

**8.3.19.2.5. Relaciones valoradas.**

La seguridad ejecutada en la obra se presentará en forma de relación valorada, compuesta de mediciones totalizadas de cada una de las partidas presupuestarias, multiplicadas por su correspondiente precio unitario, seguida del resumen de presupuesto por artículos. Todo ello dentro de las relaciones valoradas del resto de capítulos de la obra.

**8.3.19.2.6. Certificaciones.**

Se realizará una certificación mensual, que será presentada al promotor, para su abono, según lo pactado en el contrato de adjudicación de obra. La certificación del presupuesto de seguridad de la obra de las instalaciones de climatización ventilación y acs de un hotel vacacional de 345 habitaciones situado en isla cristina (Huelva), está sujeta a las normas de certificación, que deben aplicarse al resto de las partidas presupuestarias del trabajo de ejecución, según el contrato de construcción firmado entre la Propiedad y el Contratista. Estas partidas a las que nos referimos, son parte integrante del trabajo de ejecución por definición expresa de la legislación vigente.

**8.3.19.2.7. Revisión de precios.**

Se aplicará las normas establecidas en el contrato de adjudicación de obra.

**8.3.19.2.8. Prevención contratada por administración.**

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, controlará la puesta real en obra de las protecciones contratadas por administración, mediante medición y valoración unitaria expresa, que se

incorporará a la certificación mensual en las condiciones expresadas en el apartado certificaciones de este pliego de condiciones particulares.

### **8.3.20. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS.**

#### **8.3.20.1. TRATAMIENTO DE RESIDUOS.**

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, identificará en colaboración con el contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos, en las evaluaciones de riesgos sobre la marcha del plan de seguridad y salud los derivados de la evacuación de los residuos corrientes de la construcción, escombros. En el plan de seguridad y salud en el trabajo de esta obra, se recogerán los métodos de eliminación de residuos. En cualquier caso, se cumplirá con las condiciones siguientes de eliminación de residuos:

Escombros en general, se evacuará mediante trompas de vertido de continuidad total sin fugas; las trompas, descargarán sobre contenedor; la boca de la trompa, estará unida al contenedor mediante una lona que abrazando la boca de salida, cubra toda la superficie del contenedor.

Escombros derramados, se evacuará mediante apilado con cargadora de media capacidad, con carga posterior a camión de transporte al vertedero.

Escombros sobre camión de transporte al vertedero, se cubrirá con una lona contra los derrames y polvo.

### **8.3.21. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.**

#### **8.3.21.1. MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS EXISTENTES EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

Cuando se identifique la existencia de materiales peligrosos, estos deberán ser evitados siempre que sea posible. Los contratistas evaluarán adecuadamente los riesgos y adoptarán las medidas necesarias al realizar las obras. Si se descubriesen materiales peligrosos inesperados, el contratista, subcontratista o trabajadores autónomos informarán al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que procederá según la legislación vigente específica para cada material peligroso identificado.

#### **8.3.22. EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El plan de seguridad y salud en el trabajo será compuesto por el Contratista adjudicatario cumpliendo los siguientes requisitos: si incumple alguno de ellos, la aprobación del plan de seguridad y salud en el trabajo no podrá ser otorgada:

- Cumplirá las especificaciones del Real Decreto L.62711.997 y concordantes confeccionándolo antes de la firma del acta de replanteo que se entiende como el único documento que certifica el comienzo real de la obra. Siendo requisito indispensable, el que se pueda aprobar antes de proceder a la firma de la citada acta, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y que recogerá expresamente el cumplimiento de tal circunstancia.
- Respetará escrupulosamente el contenido de todos los documentos integrantes de este estudio de seguridad y salud, limitándose a realizar la adaptación a la tecnología de construcción que es propia del Contratista adjudicatario, analizando y completando todo aquello que crea menester para lograr el cumplimiento de los objetivos contenidos en este estudio de seguridad salud. Además está obligado a suministrar, los

documentos definiciones que en él se le exigen, especialmente el plan de ejecución de obra, conteniendo de forma desglosada las partidas de seguridad y salud. Para ello, tomará como modelo de mínimos el plan de ejecución de obra que se incluye en este estudio de seguridad y salud para la obra: de las instalaciones de climatización ventilación y acs de un hotel vacacional de 345 habitaciones situado en isla cristina (Huelva).

- Se ajustará al máximo posible a la estructura de este estudio, facilitándose con ello tanto la reducción del Plan de Seguridad y salud como su análisis para la aprobación y seguimiento durante la ejecución de la obra.
- Suministrará planos de calidad técnica, planos de ejecución de obra con los detalles oportunos para su mejor comprensión.
- No contener croquis de los llamados "fichas de seguridad" de tipo genérico, de tipo publicitario, de tipo humorístico o de los denominados de divulgación, salvo si los incluye en una separata formativa informativa para los trabajadores totalmente separada del cuerpo documental del plan de seguridad y salud. En cualquier caso, estos croquis aludidos, no tendrán la categoría de planos de seguridad y en consecuencia, nunca se aceptarán como sustitutivos de ellos.
- No podrá ser sustituido por ningún otro tipo de documento, que no se ajuste a lo especificado en los apartados anteriores.
- El Contratista adjudicatario estará identificado en cada página y en cada plano del plan de seguridad y salud. Las páginas estarán además numeradas unitariamente y en el índice de cada documento.
- El nombre de la obra que previene, aparecerá en el pie de cada página y en el cajetín identificativo de cada plano.

- Se presentará encuadernado a tamaño DIN A4, con anillas, tornillos, "gusanillo de plástico" o con alambre continuo.
- Todos sus documentos: memoria, pliego de condiciones técnicas y particulares, mediciones y presupuesto, estarán señalados en su última página con el sello oficial del contratista adjudicataria de la obra. Los planos, tendrán impreso el sello mencionado en su cajetín identificativo o carátula.

### **8.3.23. LIBRO DE INCIDENCIAS.**

Lo suministrará a la obra la Propiedad en las obras oficiales.

Se utilizará según lo especificado en el artículo 13 del citado Real Decreto 1.627/1.997. Se facilitará por el Colegio profesional al que pertenezca el Técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y salud o por la oficina de supervisión de trabajos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas, tal y como se recoge en el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Libro de incidencias deberá estar siempre en la obra a disposición de quién establece el artículo 13, apartado 3 del RD 1627/1997.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador de Seguridad durante la ejecución de la obra o en su caso la Dirección Facultativa, están obligados a remitir

en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad

Social de la provincia que se realiza la obra.



Igualmente se deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

#### **8.3.24. LIBRO DE REGISTRO DE PREVENCIÓN Y COORDINACIÓN.**

Las reuniones de coordinación serán apoyadas por el libro de Registro de Prevención y Coordinación, en uso por el Coordinador de Seguridad y Salud desde la fase de elaboración del trabajo. Su uso es a los exclusivos efectos de tomar razón de los acuerdos que se tomen y otros de interés.

No tiene función de denuncia para lo que se utiliza el libro de incidencias.

##### **8.3.24.1. UTILIZACIÓN DEL LIBRO DE REGISTRO DE PREVENCIÓN Y COORDINACIÓN.**

Número de reuniones de coordinación de Seguridad y Salud realizadas, seguidas de sus fechas.

Se ha utilizado el libro de registro de prevención y coordinación.

Relación de los aspectos más importantes tratados y los resultados en las reuniones habidas durante la elaboración del trabajo.

Alternativas propuestas por los Coordinadores de Seguridad y Salud que han sido tomadas en consideración durante la elaboración del trabajo.

#### **8.3.25. CLÁUSULAS PENALIZADORAS.**

##### **8.3.25.1. RESCISIÓN DEL CONTRATO.**

El incumplimiento continuo de la prevención contenida en el plan de seguridad y salud aprobado, es causa suficiente para la rescisión del contrato con cualquiera de las empresas intervinientes en esta obra.

A tal efecto, y en su caso, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, elaborará un informe detallado de las causas que le obligan a proponer la rescisión del contrato, que elevará ante el Promotor, para que obre en consecuencia.

### **8.3.26. CLÁUSULAS CONTRACTUALES APLICABLES A EMPRESAS SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS.**

#### **8.3.26.1. EMPRESAS SUBCONTRATISTAS.**

Se entiende por subcontratista la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra con sujeción al trabajo y al contrato.

Por trabajo se entiende el trabajo de ejecución de la obra visado por el Colegio Profesional correspondiente y que deberá contar con el estudio de seguridad y salud. Debe entenderse por contrato el establecido por el contratista con el Promotor o propietario de la obra para llevar a cabo la construcción, total o parcial, de aquella, así como el contrato que ha de formalizarse entre contratista y subcontratista.

El subcontratista, sea persona física o jurídica, habrá de disponer de los medios humanos, técnicos y económicos adecuados para desempeñar correctamente, con arreglo al trabajo, al contrato de obra y al contrato regulador de la parte de la obra o de las instalaciones subcontratadas, los trabajos que han de desempeñar.

Es obligación del subcontratista facilitar a su personal la información necesaria en materia de seguridad y salud, tanto de carácter general como la específica

que corresponda a las funciones que cada trabajador desempeñe, y que en todo caso serán acordes, tanto a la cualificación que individualmente posean aquellos como a las condiciones psicofísicas del propio trabajador.

#### **8.3.26.2. TRABAJADORES AUTÓNOMOS.**

Se entiende por trabajador autónomo la persona física distinta del contratista y del subcontratista que realiza de forma personal y directa una actividad profesional en la obra, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume ante el Promotor o propietario de la obra, el contratista o el subcontratista, el compromiso formalizado contractualmente de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al trabajo y al contrato.

Por trabajo se entiende el trabajo de ejecución de la obra visado por el Colegio Profesional correspondiente y que deberá contar con el estudio de seguridad y salud. Debe entenderse por contrato el establecido para el trabajador autónomo con quién encarga sus servicios, sea este el Promotor o propietario de la obra, el contratista o subcontratista.

El trabajador autónomo habrá de disponer de los medios técnicos y económicos adecuados para desempeñar correctamente, con arreglo al trabajo, al contrato de obra y a su propio contrato regulador los trabajos que haya de desempeñar.

El trabajador autónomo tendrá las cualidades adecuadas a los cometidos cuyo desempeño asume, debiendo poseer la información necesaria en materia de seguridad y salud, tanto de carácter general como la específica que corresponda a las funciones que realice, que en todo caso serán acordes, tanto a la calificación que posea como a sus condiciones psíquicas y físicas.

#### **8.3.27. FACULTADES DE LOS TÉCNICOS FACULTATIVOS.**

La Dirección Facultativa de la obra de las instalaciones de climatización ventilación y acs de un hotel vacacional de 345 habitaciones situado en isla cristina (Huelva), está compuesta por los técnicos reseñados en este estudio de seguridad y salud. Realizarán las funciones según las atribuciones reconocidas legalmente para las profesiones respectivas.

El Coordinador en materia de seguridad y salud, se integrará en la dirección facultativa.

#### **8.3.27.1. INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

La interpretación de los documentos de este estudio de seguridad y salud, es competencia exclusiva del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y de la Dirección Facultativa, en su caso.

#### **8.3.27.2. INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO APROBADO.**

La interpretación de los documentos del plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado, es competencia exclusiva del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en colaboración estrecha con el resto de componentes de la Dirección Facultativa, que debe tener en consideración sus opiniones, decisiones e informes.

#### **8.3.28. AVISO PREVIO.**

Antes del comienzo de La obra, el Promotor deberá efectuar un aviso previo a la autoridad laboral competente. Este aviso previo se redactará con arreglo a lo dispuesto en el anexo III del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

### **8.3.29. PREVISIÓN DE PRESENCIAS DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD, PARA APOYO Y ASESORAMIENTO VOLUNTARIO AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA.**

El Coordinador en materia de seguridad y salud, declara su voluntad de apoyo a las labores del Comité de Seguridad y Salud de La obra, y que está dispuesto a prestarle todo su apoyo técnico si él se lo solicita, para lo que sugiere la posibilidad de ser enviada a sus reuniones con voz pero sin voto.

El Contratista adjudicatario, queda obligado a recoger el párrafo anterior en el texto de su plan de seguridad y salud.

## **8.4. ANEXO.**

### **8.4.1. CABLES FIJADORES PARA CINTURONES DE SEGURIDAD.**

#### **8.4.1.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Cables fijadores para cinturones de seguridad, fabricados en acero torcido con un diámetro de 5 mm., incluso parte proporcional de aprietos atornillados de acero para formación de lazos, montaje mantenimiento y retirada.

#### **8.4.1.2. CALIDAD.**

El material a emplear será nuevo, a estrenar.

**8.4.1.3. CABLES.**

Cables de hilos de acero fabricado por torsión con un diámetro de 10 mm., con una resistencia a la tracción de 1.000 kg.

**8.4.1.4. LAZOS.**

Se formarán mediante casquillos electrofijados protegidos interiormente con guardacabos.

Si en alguna ocasión, deben formarse mediante el sistema tradicional de tres aprietes, el lazo se formará justo en la amplitud de los guardacabos.

**8.4.1.5. GANCHOS.**

Fabricados en acero timbrado para 2.000 Kg., instalados en los lazos con guardacabos del cable para su instalación rápida en los anclajes de seguridad.

**8.4.1.6. DISPOSICIÓN EN OBRA.**

El plan de seguridad a lo largo de su puesta en obra, y en colaboración con el coordinador en, materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, suministrará los planos de ubicación exacta según las nuevas solicitudes de prevención que surjan.

**8.4.2. ANCLAJES ESPECIALES PARA AMARRE DE CINTURONES DE SEGURIDAD.****8.4.2.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Anclajes especiales para amarre de cinturones de seguridad fabricados en acero corrugado doblado en frío y recibidos a la estructura.

#### **8.4.2.2. CALIDAD.**

El material a emplear será nuevo, a estrenar.

#### **8.4.2.3. ANCLAJES.**

Fabricados en acero corrugado de 12 mm. de diámetro, doblado en frío y recibidos a la estructura.

#### **8.4.2.4. DISPOSICIÓN EN OBRA.**

El plan de seguridad a lo largo de su puesta en obra en colaboración con el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, suministrará los planos de ubicación exacta según las diversas solicitudes de prevención que surjan.

#### **8.4.3. BOTAS DE PVC., IMPERMEABLES.**

##### **8.4.3.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de par de botas de seguridad, fabricadas en PVC, o goma, de media caña. Comercializadas en varias tallas, con talón y empeine reforzado. Forrada en loneta de algodón resistente, con plantilla contra el sudor. Suela dentada contra los deslizamientos. Con marca CE., según normas EPI.

##### **8.4.3.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

Todos aquellos trabajadores que deban caminar o estar sobre suelos embarrados, mojados o inundados. También se utilizarán por idénticas circunstancias, en días lluviosos.

#### **8.4.3.3. ÁMBITO DE OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En toda la extensión de la obra, especialmente con suelo mojado. Están obligados a la utilización de botas de PVC, impermeables. Enlucidores.

- Escayolistas, cuando fabriquen escayolas.
- Peones ordinarios de ayuda que deban realizar su trabajo en el ambiente descrito.
- Personal directivo, mandos intermedios, Dirección Facultativa y personas de visita, si deben caminar por terrenos embarrados, superficies encharcadas o inundadas.

#### **8.4.4. BOTAS DE SEGURIDAD EN LONETA REFORZADA Y SERRAJE CON SUELA DE GOMA O PVC.**

##### **8.4.4.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de par de botas de seguridad contra los riesgos de aplastamiento o de pinchazos en los pies. Comercializadas en varias tallas. Fabricadas con serraje de piel y loneta reforzada contra los desgarros. Dotadas de puntera metálica pintada contra la corrosión, plantillas de acero inoxidable forradas contra el sudor, suela de goma contra los deslizamientos, con talón reforzado. Ajustables mediante cordones. Con marca CE., según normas EPI.



**8.4.4.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.**

Las botas de seguridad cumplirán las siguientes normas UNE: UNE.EN 344/93 + ERRATUM/94 y 2/95 + AL/97.

UNE.EN 345/93 + A1797. UNE.EN 345-2/96. UNE.EN 346/93 + A 1197.

UNE.EN 346-2/96. UNE.EN 347/93 + AI/97. UNE.EN 347-2/96.

**8.4.4.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En la realización de cualquier trabajo con riesgo de recibir golpes o aplastamientos en los pies y pisar objetos cortantes a punzantes.

Toda la superficie del solar y obra en presencia del riesgo de golpes, aplastamientos en los pies o pisadas sobre objetos punzantes o cortantes.

Trabajas en talleres. Carga y descarga de materiales y componentes.

Los que están obligados específicamente a la utilización de las botas de seguridad de loneta reforzada y serraje con suela de goma o PVC:

- En general, todo el personal de la obra cuando existan los riesgos descritos en el apartado anterior.
- Oficiales, o ayudantes y peones que manejen, conformen o monten ferralla.
- El encargado, los capataces, personal de mediciones, encargado de seguridad, Coordinación de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, Dirección Facultativa y visitas, durante las fases descritas.
- Los peones que efectúen las tareas de carga, descarga y descombro durante toda la duración de la obra.

**8.4.5. CASCOS AURICULARES PROTECTORES AUDITIVOS.**

**8.4.5.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de cascos auriculares protectores auditivos amortiguadores de ruido para ambas orejas. Fabricados con casquetes auriculares ajustables con almohadillas recambiables para uso optativo con o sin el casco de seguridad. Con marca CE., según normas EPI.

**8.4.5.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.**

Los cascos auriculares protectores auditivos cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 352-1/94.
- UNE.EN 352-2/94.
- UNE.EN 352-3/94.

**8.4.5.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En la realización o trabajando en presencia de un ruido cuya presión sea igual o superior a 80 dB., medidos con sonómetro en la escala “A”.

El ámbito de obligación de su utilización es en toda la obra y solar, en consecuencia, de la ubicación del punto productor del ruido del que se protege.

Los que están obligados a la utilización de los cascos auriculares protectores auditivos.

- Personal, con independencia de su categoría profesional, que ponga en servicio y desconecte los compresores y generadores eléctricos.

- Capataz de control de este tipo de trabajos.
- Peones que manejen martillos neumáticos, en trabajos habituales o puntuales.
- Cualquier trabajador que labore en la proximidad de un punto de producción de ruido intensa.
- Personal de replanteo o de mediciones, jefatura de obra; Coordinación de seguridad y salud durante la ejecución de la obra; Dirección Facultativa: visitas e inspecciones cuando deban penetrar en áreas con alto nivel acústico.

#### **8.4.6. CASCO DE SEGURIDAD, CONTRA GOLPES EN LA CABEZA.**

##### **8.4.6.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de casco de seguridad contra golpes en la cabeza, con arnés de adaptación de apoyo sobre el cráneo con cintas textiles de amortiguación y contra el sudor de la frente frontal; ajustable a la nuca, de tal forma que se impide la caída accidental del casco. Con marca CE., según normas EPI.

##### **8.4.6.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.**

Los cascos de seguridad cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 397/95 + ERRATUM/96.
- UNE.EN 966/95 + ERRATUM/96.

#### **8.4.7. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

Durante toda la realización de la obra y en todos los lugares, con excepción del: interior de talleres, instalaciones provisionales para los trabajadores, oficinas y en el interior de cabinas de maquinaria y siempre que no existan riesgos para la cabeza.

El ámbito de obligación de su utilización es desde el momento de entrar en la obra, durante toda la estancia en ella, dentro de los lugares con riesgos para la cabeza.

Los que están obligados a la utilización de la protección del casco de seguridad.

- Todo el personal en general contratado por el contratista, por los subcontratistas y los autónomos si los hubiese. Se exceptúa, por carecer de riesgo evidente y sólo “en obra en fase de terminación”, a los pintores y personal que remate la obra.
- Todo el personal de oficinas sin exclusión, cuando accedan a los lugares de trabajo.
- Jefatura de Obra y cadena de mando de todas las empresas participantes.
- Coordinación de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, Dirección  
Facultativa, representantes y visitantes invitados por la Propiedad.
- Cualquier visita de inspección de un organismo oficial o de representantes de casas comerciales para la venta de artículos.

#### **8.4.8. CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECCIÓN.**

**8.4.8.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de cinturón de seguridad de sujeción para trabajos estáticos, que no requieren desplazamientos. Formado por faja dotada de hebilla de cierre, argolla en "D" de cuelgue en acero estampado. Cuerda fijadora de un m., de longitud y mosquetón de anclaje en acero. Con marca CE., según normas EPI.

**8.4.8.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.**

Los cinturones de seguridad de sujeción, cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 358/93.
- UNE.EN 361/93.

**8.4.8.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En la realización de todo tipo de trabajos estáticos con riesgo de caída desde altura, contenidos en el análisis de riesgos de la memoria.

El ámbito de obligación de su utilización es en cualquier punto de la obra en la que deba realizarse un trabajo estático con riesgo de caída de altura.

Los que están obligados a la utilización del cinturón de seguridad, clase "A", tipo "1". Oficiales, ayudantes y peonaje de ayuda que realicen trabajos estáticos en puntos con riesgo de caída desde altura, (ajustes, remates y similares).

**8.4.9. CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS.****8.4.9.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de cinturón portaherramientas formado por faja con hebilla de cierre, dotada de balsa de cuero y aros tipo canana con pasador de inmovilización, para colgar hasta 4 herramientas. Con marca CE., según normas EPI.

#### **8.4.9.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En la realización de cualquier trabajo fuera de talleres que requieran un mínimo de herramientas y elementos auxiliares.

El ámbito de obligación de su utilización en toda la obra.

Los que están obligados a la utilización del cinturón portaherramientas.

- Oficiales y ayudantes ferrallistas.
- Oficiales y ayudantes carpinteros.
- Oficiales y ayudantes de carpinterías de madera o metálica.
- Instaladores en general.

#### **8.4.10. FAJA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRESFUERZOS.**

##### **8.4.10.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de faja de protección contra sobre esfuerzos, para la protección de la zona lumbar del cuerpo humano. Fabricada en cuero y material sintético ligero.

Ajustable en la parte delantera mediante hebillas. Con marca CE., según normas EPI.

##### **8.4.10.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

Para todos los trabajos de carga, descarga y transporte a hombro de objetos pesados y todos aquellos otros sujetos al riesgo de sobre esfuerzo según el “análisis de riesgos” contenido en la “memoria”.

El ámbito de obligación de su utilización es en cualquier punto de la obra en el que se realicen trabajos de carga, transporte a hombro y descarga.

Los que están obligados a la utilización de la faja de protección contra sobre esfuerzos.

- Peones en general, que realicen trabajos de ayudantía en los que deban transportar cargas.
- Peones dedicados a labores de carga, transporte a brazo y descarga de objetos.

#### **8.4.11. FILTRO PARA RADIACIONES DE ARCO VOLTAICO, PANTALLAS DE SOLDADOR.**

##### **8.4.11.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de filtro óptico de seguridad contra las radiaciones y chispas de soldaduras eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte, para recambio de las ópticas filtrantes de las pantallas de soldador. Con marca CE., según normas EPI.

##### **8.4.11.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.**

Los filtro para radiaciones de arco voltaico, cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 169/93.
- UNE.EN 169/92.
- UNE.EN 170/93.
- UNE.EN 161/93.

- UNE. EN 379/94.

#### **8.4.11.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En todas las situaciones provocadas por rotura u opacidad de los oculares filtrantes de las pantallas de soldador.

Del cambio de filtro se dará cuenta documental al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso, a la Dirección Facultativa, independientemente de que la filiación profesional del trabajador sea en empresa contratista, subcontratista o autónomo.

El ámbito de obligación de su utilización es en cualquier trabajo de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte, que deba realizarse en el ámbito de la obra, independientemente del sistema de contratación utilizado.

Los que están obligados a la utilización del filtro para radiaciones de arco voltaico, pantallas de soldador.

- Discrecionalmente los oficiales y ayudantes de soldadura, que utilicen la pantalla de protección contra las radiaciones del arco voltaico o del oxicorte, independientemente de su diseño operativo.
- Los peones ordinarios de ayuda a las tareas de soldaduras eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte que utilicen pantallas de protección contra las descritas.

#### **8.4.12. FILTRO MECÁNICO PARA MASCARILLA CONTRA EL POLVO.**

##### **8.4.12.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**



Unidad de filtro para recambio de las mascarillas contra el polvo, con una retención de partículas superior al 98 %. Con marca CE., según normas EPI.

#### **8.4.12.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En cualquier trabajo a realizar en atmósferas saturadas de polvo o con producción de polvo, en el que están indicado el cambio de filtro por rotura o saturación. Del cambio se dará cuenta documental al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso, a la Dirección Facultativa.

El ámbito de obligación de su utilización es toda la obra, independientemente del sistema de contratación utilizado.

Los que están obligados a la utilización de filtro mecánico para mascarilla contra el polvo:

- Oficiales, ayudantes y peones sueltos o especialistas que realicen trabajos con martillos neumáticos, rozadoras, taladros y sierras circulares en general.

#### **8.4.13. GAFAS DE SEGURIDAD CONTRA EL POLVO Y LOS IMPACTOS.**

##### **8.4.13.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de gafas de seguridad contra el polvo y los impactos en los ojos.

Fabricadas con montura de vinilo, pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior contra choques y cámara de aire entre las dos pantallas para evitar condensaciones. Modelo panorámico, ajustable a la cabeza mediante bandas elásticas textiles contra las alergias. Con marca CE., según normas EPI.

**8.4.13.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.**

Los ensayos de las gafas de seguridad contra el polvo y los impactos, cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 167/96.
- UNE.EN 168/96.

**8.4.13.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En la realización de todos los trabajos con riesgos de proyección o arranque de partículas, reseñados dentro del análisis de riesgos de la memoria.

El ámbito de obligación de su utilización es en cualquier punta de la obra en el que se trabaje produciendo o arrancando partículas.

Los que están obligados al uso de gafas de seguridad contra el polvo y los impactos.

- Peones y peones especialistas, que manejen sierras circulares en vía seca, rozadoras, taladros, pistola fija clavos, lijadoras y pistolas hince clavos.
- En general, todo trabajador que a juicio del encargado de seguridad o del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, está sujeto al riesgo de recibir partículas proyectadas en los ojos.

**8.4.14. GUANTES DE CUERO FLOR Y LONETA.**

**8.4.14.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de par de guantes fabricados en cuero flor en la parte anterior de palma y dedos de la mano, dorso de loneta de algodón, comercializados en varias tallas. Ajustables a la muñeca de las manos mediante bandas extensibles ocultas. Con marca CE., según normas EPI.

**8.4.14.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.**

Los guantes fabricados en cuero flor y Loneta, cumplirán la norma UNE.EN 388/95.

**8.4.14.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En todos los trabajos de manejo de herramientas manuales.

Manejo de sogas o cuerdas de control seguro de cargas en suspensión a gancho. En todos los trabajos similares por analogía a los citados.

El ámbito de obligación de su utilización es todo el recinto de la obra.

Los que están obligados a la utilización de los guantes de cuero flor y loneta.

- Peones en general.
- Ferrallistas.
- Personal similar por analogía de riesgos en las manos a los mencionados.

**8.4.15. GUANTES DE GOMA O DE “PVC”.****8.4.15.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de par de guantes de goma o de "PVC", fabricados en una sola pieza, impermeables y resistentes a cementos, pinturas, jabones, detergentes, amoníaco, etc. Comercializados en varias tallas. Con marca CE., según normas EPI.

#### **8.4.15.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

Trabajos de sostener elementos mojados o húmedos, trabajos de hormigonado, curado de hormigones, morteros, yesos, escayolas y pinturas.

El ámbito de obligación de su utilización es todo el recinto de la obra. Los que están obligados al uso de guantes de goma o de "PVC":

- Oficiales y peones de ayuda, cuyo trabajo les obligue a fabricar, manipular o extender morteros, hormigones, pastas en general y pinturas.
- Enlucidores.
- Escayolistas.
- Techadores.
- Albañiles en general.
- Cualquier trabajador cuyas labores sean similares por analogía a las descritas.

#### **8.4.16. TRAJES DE TRABAJO, (MONOS O BUZOS DE ALGODÓN).**

##### **8.4.16.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.**

Unidad de mono o buzo de trabajo, fabricado en diversos cortes y confección en una sola pieza, con cierre de doble cremallera frontal, con un tramo cortó en la zona de la pelvis hasta la cintura. Dotado de seis bolsillos: dos a la altura del

pecho, dos delanteros y dos traseros, en zona posterior de pantalón; cada uno de ellos cerrados por una cremallera. Estará dotado de una banda elástica lumbar de ajuste en la parte dorsal al nivel de la cintura. Fabricados en algodón 100x100, en los colores blanco, amarillo o naranja. Con marca CE., según las normas EPI.

#### **8.4.16.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.**

El mono o buzo de trabajo, cumplirá la siguiente norma UNE:

- UNE 863/96.
- UNE 1149/96.

#### **8.4.16.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.**

En su trabajo, a todos los trabajadores de la obra.

El ámbito de obligación de su utilización es toda la obra. Los que están obligados a la utilización de trajes de trabajo:

- Todos los trabajadores de la obra, independientemente de que pertenezcan a la plantilla de la empresa contratista o trabajen como subcontratistas o autónomos.

### **8.5. PRESUPUESTO.**

El presupuesto de este estudio de seguridad y salud se encuentra en el presupuesto general de la obra.